

T. NAGY

C. SĂLAJAN

EXPLOATAREA ȘI TEHNICA TRANSPORTULUI AUTO



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVAȚĂMINTULUI

Prof. dr. Ing. TIBERIU NAGY

Conf. dr. Ing. CORNEL SALAJAN

Exploatarea și tehnica transportului **AUTO**

pentru subingineri



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ - BUCUREȘTI

Participarea autorilor la elaborarea cursului este:
prof. dr. ing. NAGY TIBERIU — cap. 1, 2, 3 și 5 și subcap. 4.2.
conf. dr. ing. SĂLAJAN CORNEL — subcap. 4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, și 4.8.

Redactor de carte: ing. COSTESCU RITA
Tehnoredactor: PARASCHIVA GAȘPAR
Grafician: SIRBU NICOLAE

PREFAȚĂ

Utilizarea automobilelor la întreaga lor capacitate și cu siguranță maximă în exploatare necesită măsuri tehnico-organizatorice adecvate, care trebuie să conducă atât la asigurarea unei stări tehnice ireproșabile a mijloacelor de transport pe tot parcursul ciclului de exploatare al acestora, cât și la realizarea condițiilor favorabile pentru îndeplinirea, în mod cât mai eficient, a sarcinilor de transport.

În condițiile sarcinilor de transport, determinate de dezvoltarea economiei noastre naționale în această etapă, utilizarea la capacitatea maximă a automobilelor constituie un deziderat major al exploatării parcului de automobile. Specialiștii, în acest domeniu, trebuie să aibă o pregătire care să le permită cunoașterea legităților schimbării stării tehnice a agregatelor automobilelor, diagnosticarea și metodele cele mai eficiente de întreținere tehnică a acestora.

În acest sens, lucrarea prezintă un sistem de cunoștințe privind exploatarea tehnică rațională a automobilelor, prin legarea factorilor care condiționează fiabilitatea ridicată a mijloacelor de transport auto cu tehnologia lucrărilor de întreținere tehnică și, în general, cu elementele mentenanței preventive.

Astfel, în primul capitol al lucrării sînt prezentate caracteristicile tehnice și de exploatare ale automobilelor în vederea evidențierii parametrilor constructivi, funcționali și de exploatare care condiționează utilizarea rațională a acestora în diferite situații de transport.

Al doilea capitol se referă la prezentarea unor noțiuni de bază din teoria fiabilității și mentenabilității automobilelor, reliefîndu-se în special factorii care condiționează siguranța în exploatare a acestora, și a mijloacelor constructive și de mentenanță prin care se pot îmbunătăți indicatorii respectivi.

Capitolul trei se referă la organizarea exploatării tehnice a automobilelor prezentîndu-se noțiunile de bază pentru elaborarea tehnologiei raționale de întreținere tehnică, precum și pentru proiectarea întreprinderilor de transport auto și a autobazelor.

Tehnologia întreținerii tehnice pentru fiecare sistem, sau mecanism al automobilelor, este prezentată în capitolul patru

al lucrării în care se acordă o atenție deosebită analizei cauzelor care conduc la schimbarea stării tehnice a componentelor prezentate, precum și descrierii metodelor celor mai avansate de diagnosticare a mecanismelor, instalațiilor și agregatelor studiate.

În capitolul cinci sînt descrise particularitățile exploatării automobilelor în condiții speciale și mijloacele care pot asigura o exploatare sigură în aceste situații speciale.

Prezentînd selectiv și sistematizat cunoștințele esențiale privind exploatarea tehnică a automobilelor, lucrarea este destinată pregătirii studenților din specialitatea Autovehicule rutiere pentru viitoarele lor responsabilități profesionale, ca specialiști în activitatea productivă.

Prin aspectele pe care le abordează, lucrarea caută să contribuie la soluționarea unor probleme deosebit de importante din cadrul exploatării tehnice a automobilelor, în acest sens fiind utilă și pentru specialiștii din transporturile auto și pentru cei care organizează întreținerea tehnică a acestor mijloace de transport.

AUTORII

CUPRINS

<i>Prefață</i>	3
 Cap. 1. Mijloace de transport auto	7
1.1. Clasificarea mijloacelor de transport auto	7
1.2. Caracteristicile tehnice și de exploatare ale automobilelor	9
 Cap. 2. Fiabilitatea și mentenabilitatea automobilelor în corelație cu factorii de exploatare	22
2.1. Obiectul și necesitatea studiului fiabilității în procesul exploatării automobilelor	22
2.2. Bazele matematice ale evaluării funcțiilor și indicatorilor de fiabilitate pentru automobile	26
2.3. Organizarea activității de urmărire a fiabilității automobilelor în procesul de exploatare	41
2.4. Relația între procesul de fabricație al automobilelor și fiabilitatea lor	54
2.5. Relația între procesul de exploatare a automobilelor și fiabilitatea lor	59
2.6. Mentenabilitatea și lucrările de mentenanță în exploatarea tehnică a automobilelor	78
 Cap. 3. Bazele organizării exploatării tehnice a automobilelor	90
3.1. Elaborarea tehnologiei raționale de întreținere tehnică	90
3.2. Tipizarea soluțiilor tehnologice în cadrul lucrărilor de întreținere tehnică	94
3.3. Diagnosticarea și tehnologia întretinerii tehnice	103
3.4. Metode de determinare a periodicității optime a lucrărilor de mentenanță	109
3.5. Proiectarea întreprinderilor de transport auto	116
 Cap. 4. Tehnologia întretinerii automobilelor	145
4.1. Tehnologia întretinerii zilnice a automobilelor	145
4.2. Întretinerea tehnică a motorului	160

4.3. Întreținerea tehnică a echipamentului electric	217
4.4. Întreținerea tehnică a transmisiei autovehiculelor	237
4.5. Întreținerea tehnică a sistemului de rulare al autovehiculelor	249
4.6. Întreținerea tehnică a suspensiei automobilelor	264
4.7. Întreținerea tehnică a mecanismului de direcție	270
4.8. Întreținerea tehnică a sistemului de frânare al automobilelor	273
Cap. 5. Exploatarea automobilelor în condiții speciale	285
5.1. Particularitățile exploatării automobilelor în timpul iernii	
5.2. Particularitățile exploatării automobilelor în regiunile de munte	297
5.3. Particularitățile exploatării automobilelor în condițiile de deplasare pe drumuri rele și pe terenuri fără drumuri	304
Bibliografie	311
Anexe	313

CAPITOLUL 1

MIJLOACE DE TRANSPORT AUTO

1.1. CLASIFICAREA MIJLOACELOR DE TRANSPORT AUTO

Transporturile auto au cunoscut o dezvoltare rapidă în ultimele trei decenii, fiind, în momentul de față în țara noastră, tipul de transport cu ponderea cea mai mare, atât în efectuarea transporturilor de mărfuri, cât și a celor de persoane.

Automobilul și-a câștigat acest loc de frunte, prin suplețea sa deosebită concretizată prin următoarele avantaje față de alte tipuri de mijloace de transport:

- realizarea de viteze comerciale mari și simplitatea operațiilor tehnologice în punctele de încărcare și descărcare, în special prin containerizarea și paletizarea transporturilor de mărfuri, precum și prin utilizarea autocamioanelor cu mijloace proprii de încărcare și descărcare (macarale, obloane hidraulice, dispozitive de basculare ale platformelor etc.);

- varietatea tipurilor și construcției automobilelor permite transportul aproape al oricărui fel de marfă în cantități mari și chiar în condiții atmosferice grele, pe drumuri rele sau pe trasee fără drumuri;

- posibilitatea de a încărca mărfuri, direct de la locul de expediție și a le descărca la punctul de destinație, fără a fi necesare transbordări și manipulări suplimentare;

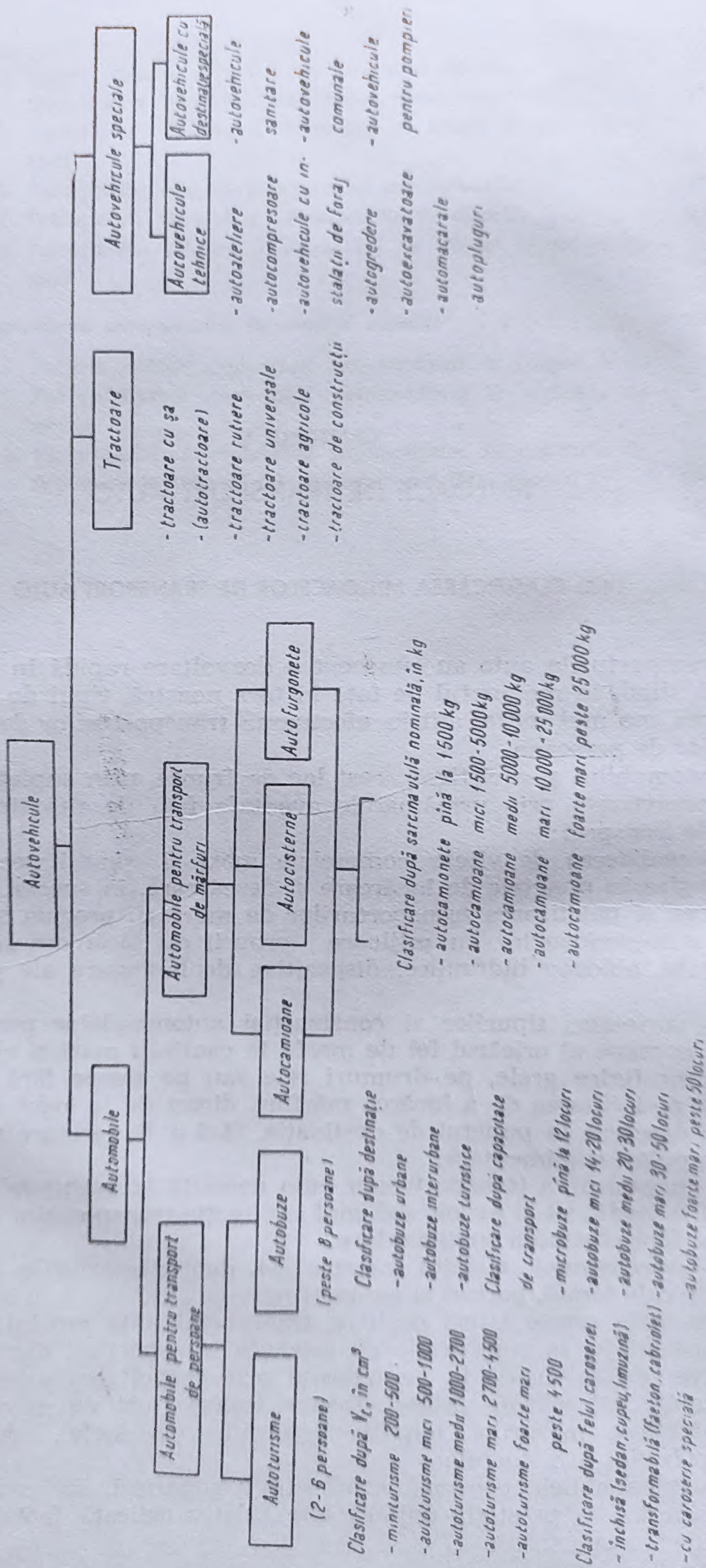
- organizarea transporturilor auto necesită investiții relativ reduse, putînd fi modificat la nevoie volumul și direcția transportului în mod operativ și fără cheltuieli suplimentare;

- completează celelalte transporturi, ducînd mărfurile la, și de la, stații de cale ferată, porturi și aeroporturi.

Cu toate aceste laturi pozitive, transportul auto prezintă și o serie de dezavantaje, în comparație cu celelalte transporturi, dar efectele lor negative se diminuează în permanență prin dezvoltarea noilor tipuri de automobile specializate pentru diverse transporturi de mărfuri și prin îmbunătățirea măsurilor tehnico-organizatorice. Astfel, dezavantajele principale sînt următoarele:

- automobilele consumă combustibili superiori, iar consumul specific raportat la prestația unitară este relativ ridicată față de celelalte tipuri de transport;

CLASIFICAREA AUTOVEHICULELOR



— fiecare automobil necesită pentru conducere cel puțin o persoană;
 — deservirea tehnică a automobilelor prin întreținere și reparații necesită personal numeros și mijloace relativ complexe;
 — transportul unor materiale și utilaje cu volum și tonaj mare necesită folosirea de automobile de construcție specială.
 Organizarea și planificarea eficiența a transportului auto necesită o cunoaștere temeinică a tipurilor de autovehicule astfel încît, să fie îndrumate pentru executarea unui anumit fel de transport, tipurile și construcțiile cele mai adecvate de automobile. În acest sens este util a grupa autovehiculele, fapt ce ușurează într-o oarecare măsură dotarea întreprinderilor de transport auto cu tipurile adecvate, precum și exploatarea lor tehnică și comercială corespunzătoare. În mod sintetic, în tabelul 1.1, este redată clasificarea autovehiculelor în funcție de o serie de criterii în vederea grupării acestora în diferite clase constructive și de exploatare.

1.2. CARACTERISTICILE TEHNICE ȘI DE EXPLOATARE ALE AUTOMOBILELOR

În vederea utilizării raționale a autovehiculelor și repartizării lor pe întreprinderi de transport cu destinații speciale, este necesar ca acestea să îndeplinească o serie de condiții constructive, tehnice și de exploatare, evidențiate prin diferiți parametri caracteristici, cele mai importante dintre acestea fiind prezentate în cele ce urmează.
Caracteristicile constructiv-dimensionale ale automobilelor. În afara dimensiunilor de gabarit și a altor dimensiuni, privind construcția automobilelor, se utilizează o serie de mărimi specifice, în special, pentru caracterizarea automobilelor destinate transportului de mărfuri și autobuzelor.
 Aprecierea calității dimensionale a automobilelor, din punctul de vedere al utilizării gabaritului, în scopuri utile de transport, se poate realiza prin *coeficientul de utilizare a gabaritului*, care este raportul între suprafața utilă de încărcare S_u și suprafața obținută prin proiectarea conturului exterior al automobilului pe un plan orizontal S_g , adică:

$$\alpha_g = \frac{S_u}{S_g} \approx \frac{L \cdot l}{S_u} \quad (1.1)$$

unde L este lungimea, iar l lățimea de gabarit a automobilului.
 În cazul autobuzelor cu motorul amplasat sub podea, acest coeficient poate să atingă o valoare ridicată pînă la 0,90, . . . , 0,95%. La autocamioane se poate mări valoarea coeficientului α_g prin amplasarea motorului în cabina și prin creșterea suprafeței platformei, în care caz se atinge o valoare de circa 0,70, . . . , 0,80.

Modul rațional de folosire al materialelor de construcție, în special al metalului, în realizarea automobilelor pentru transport de mărfuri se apreciază prin *coeficientul de utilizare a greutății* (coeficient de țară).

care se exprimă prin raportul între sarcina utilă nominală G_u și greutatea proprie G_o , adică:

$$\alpha_G = \frac{G_u}{G_o} \quad (1.2)$$

Corelația între suprafața utilă de încărcare și sarcina utilă nominală se exprimă prin suprafața specifică a autocamionului:

$$s_G = \frac{S_u}{G_u} \left(\frac{\text{m}^2}{\text{kN}} \right) \quad (1.3)$$

În funcție de sarcina utilă nominală a autocamioanelor în tabelul 1.2 se prezintă valorile uzuale pentru α_G și s_G .

Tabelul 1.2

Variația principalelor caracteristici tehnice ale autocamioanelor
în funcție de capacitatea de încărcare

Sarcina utilă nominală, G_u , kN	Tipul motorului	Coeficientul de utilizare a greutății, α_G	Suprafața specifică a automobilului S_G [m^2/kN]	Puterea nominală a motorului, P_n , [kW]	Puterea specifică a automobilului, P_s [kW/kN]
până la 1,5	m.a.s.	0,65—1,0	—	25—60	2,5—4,0
15—30	m.a.s. m.a.c.	0,70—1,10 0,60—1,10	0,22—0,30 0,20—0,3	40—100 30—70	0,8—1,8 0,8—1,3
30—50	m.a.s. m.a.c.	1,25—1,40 1,25—1,40	0,18—0,22 0,20—0,23	60—110 45—80	0,9—1,5 0,7—1,1
50—70	m.a.s. m.a.c.	1,30—1,50 1,25—1,65	0,18—0,22 0,18—0,22	80—125 70—110	1,0—1,2 0,7—1,1
70—90	m.a.c.	1,30—1,65	0,13—0,17	90—140	0,7—1,0
90—110	m.a.c.	1,30—1,70	0,09—0,14	110—155	0,60—1,0
110—150	m.a.c.	1,45—1,70	0,07—0,13	120—175	0,45—0,80

Din tabelul 1.2 rezultă că pe măsura creșterii sarcinii utile nominale a autocamioanelor crește și valoarea coeficientului de utilizare a greutății, deci materialele de construcție sînt întrebuintate mai rațional în realizarea acestora. Aceasta este și explicația, într-o anumită măsură, a faptului că, în ultima perioadă a crescut ponderea autocamioanelor cu mare și foarte mare capacitate de încărcare.

Caracteristica de dinamicitate și capacitatea de trecere a automobilelor. Productivitatea și costul transportului depinde, într-o măsură însemnată, de caracteristica de dinamicitate a automobilului, deoarece condiționează consumul de timp în efectuarea unei prestații de transport.

Dinamicitatea automobilului se poate caracteriza prin viteza maximă, viteza medie tehnică, accelerația și decelerația maximă. Toți acești parametri depind de o serie de factori, interni și externi cum ar fi: puterea motorului, rapoartele de transmitere din cutia de viteze, eficiența instalației de frinare, a sistemului de rulare și direcției, calitatea suspensiei, precum și de starea drumurilor, intensitatea traficului, condițiile climatice, calitatea conducerii, starea tehnică a automobilului și altele.

În mod sintetic calitatea dinamică a unui automobil se poate aprecia prin puterea specifică P_s , care se definește în felul următor :

$$P_s = \frac{P_n}{G_a} \text{ [kW/kN]}, \quad (1.4)$$

în care :

P_n este puterea efectivă nominală a motorului, în kW ;
 G_a — greutatea totală a automobilului, în kN, unde :

$$G_a = G_o + G_u.$$

Acest parametru pune în evidență numărul de kW pentru 1 kN deplasat. Astfel, în mod evident, un automobil este cu atât mai dinamic cu cât puterea sa specifică este mai ridicată. În unele țări, pentru autocamioane și autobuze este reglementată, prin normative de stat, valoarea minimă a puterii specifice (0,6 kW/kN, respectiv 8 CP/tf), în vederea asigurării pe drumurile publice a unui trafic rutier normal. Valorile lui P_s în funcție de sarcina utilă nominală a autocamioanelor sînt prezentate în tabelul 1.2. Pentru țările din CAER se recomandă pentru P_s valorile din tabelul 1.3.

Tabelul 1.3

Valorile pentru puterea specifică și viteza maximă pentru autocamioane și autobuze recomandate pentru țările din CAER

Tipul automobilului			Puterea specifică, P_s [kW/kN]	Viteza maximă [km/h]
Autocamioane		cu sarcină utilă mică și medie	0,80—4,13	80
		cu sarcină utilă mare	0,64—0,95	
		cu sarcină utilă foarte mare	0,55—1,06	
Auto- buze	urban	urban	0,60—0,74	60
		suburban	0,60—0,88	
	de cursă lungă	local	0,88	80
		interurban	1,03—1,10	
		turistic	1,03—1,10	100

Capacitatea de trecere este un alt parametru important pentru caracterizarea calităților de utilizare a automobilelor în special în condiții grele de exploatare. Prin noțiunea de capacitate de trecere a automobilelor se înțelege aptitudinea lor de a se mișca sigur pe drumuri amenajate, sau pe terenuri fără drumuri, cu efectuarea sarcinilor de transport cu o productivitate rațională, fără opriri neprevăzute datorită calității și stării drumului.

Capacitatea de trecere depinde de mai multe caracteristici ale automobilului, dintre care se pot sublinia următoarele: proprietățile de tracțiune-aderență, parametrii constructivi ai automobilelor și construcția diferitelor agregate din transmisie (cutia de viteze, diferențialul și altele).

În afară de acestea, asupra capacității de trecere manifestă o influență hotărîtoare și o serie de caracteristici de exploatare ale auto-

vehiculului, cum sînt stabilitatea și manevrabilitatea, precum și calitatea conducerii automobilului. În acest sens este evidentă corelația între calificarea conducătorului auto și capacitatea de trecere a autovehiculului.

Din condițiile de tracțiune-aderență în timpul deplasării automobilului fără patinare trebuie să fie asigurat:

$$G_{ad}\varphi > G_a\psi, \quad (1.5)$$

unde:

G_{ad} este greutatea aderentă a automobilului;

φ — coeficientul de aderență;

ψ — coeficientul de rezistență al drumului egal cu $\psi = f + i$;

f — coeficientul de rezistență la rulare;

i — panta căii de rulare.

Din relația (1.5) rezultă:

$$\frac{G_{ad}}{G_a} \varphi > \psi \quad (1.6)$$

Raportul $\frac{G_{ad}}{G_a}$ va fi diferit, în funcție de construcția și de modul de încărcare a automobilului. Cu cît va fi mai mare greutatea repartizată pe puntea motoare, cu atît va fi mai mare raportul G_{ad}/G_a și în consecință mai mică probabilitatea patinării roților. La automobilele care au toate punțile motoare $G_{ad}/G_a = 1$.

Partea dreaptă a inegalității (1.6) exprimă mărimea maximă a rezistenței totale a drumului pe care automobilul trebuie să o învingă în condiții date de drum. Partea stîngă a inegalității este limita factorului dinamic din condițiile de aderență a roților, sau altfel spus *factorul de aderență* și se notează:

$$D\varphi = \frac{G_{ad}}{G_a} \varphi. \quad (1.7)$$

Cu cît este mai mare mărimea factorului de aderență, cu atît este mai mică probabilitatea patinării roților și împotmolirea automobilelor, cu atît este mai mare posibilitatea de deplasare pe un drum în pantă, alunecos.

Din inegalitatea (1.6) se poate stabili, pentru condițiile de limită, și panta maximă a drumului pe care o poate învinge automobilul fără patinarea roților (i se exprimă în procente), deci:

$$i_{max} = \left(\frac{G_{ad}}{G_a} \varphi - f \right) 100. \quad (1.8)$$

De exemplu: în cazul unui autocamion R 10 215 F raportul $G_{ad}/G_a = 1000/16200 = 0,62$ la o încărcare la sarcină nominală. Dacă se deplasează pe un drum cu zăpadă bătută ($\varphi = 0,15 \dots 0,30$ și $f = 0,025 \dots 0,030$) panta maximă care poate fi învinsă, pentru situația cea mai critică, va fi:

$$i_{max} = (0,62 \cdot 0,15 - 0,03) \cdot 100 = 6,25\%.$$

Dacă toate punțile ar fi motoare atunci panta maximă ar fi de 12%, deci aproape de două ori mai mare față de cazul precedent.

În cazul terenurilor moi, pentru a mări capacitatea de trecere a automobilelor și deci a reduce deformarea solului, este necesar să se micșoreze

coeficientul de rezistență la rulare prin reducerea presiunii specifice pe sol (pe suprafața de reazem). Presiunea specifică se exprimă prin relația:

$$p_s = \frac{G_r}{S_r} \quad (1.9)$$

unde :

G_r este greutatea automobilului ce revine pe o roată;
 S_r — suprafața de contact a roții cu solul.

Deci, pentru o valoare dată a lui G_r , presiunea p_s se poate micșora prin creșterea suprafeței de contact a roții cu solul S_r . Această suprafață se poate mări prin micșorarea presiunii aerului în interiorul pneului, sau prin creșterea lățimii, sau a diametrului anvelopei.

În figura 1.1., *a*, se indică variația suprafeței de contact S_r , a anvelopei (12,00—18) în funcție de presiunea aerului p_a din interiorul ei la mișcarea automobilului pe un teren cu zăpadă bătută. În figura 1.1., *b* este reprezentată diagrama variației forței de rezistență la rulare pe diferite terenuri, la un automobil, de tipul 6 · 6 cu anvelope 12,00—18

Indici geometrici ai capacității de trecere sînt: lumina (distanța minimă la sol), unghiurile de trecere față, de spate și raza longitudinală, respectiv transversală de trecere.

Caracteristica de economicitate a unui automobil, sau a unui întreg parc de automobile, este reprezentată prin totalitatea cheltuielilor efectuate în cursul exploatării pentru materiale de consum (combustibil, lubrifianți, anvelope etc.), precum și pentru întreținere și reparații. Pentru a putea realiza o analiză comparativă, caracteristica de economicitate se exprimă prin mărimi specifice, fiind raportate cheltuielile fie la o unitate de parcurs, fie la o unitate de prestație de transport.

O componentă importantă a cheltuielilor de transport este **costul consumului de combustibil**, care de obicei are o pondere pînă la 30% din suma cheltuielilor totale.

Pentru compararea a două tipuri de automobile sau chiar tipuri identice de automobile se adoptă mărimea **consumului specific de combustibil raportat la o unitate de parcurs** (se adoptă de obicei pentru 100 km), adică:

$$c_p = \frac{C}{P} \cdot 100 \text{ [l/100 km]}, \quad (1.10)$$

în care C este cantitatea de combustibil consumat, în l , pentru a realiza parcursul P , în km.

În vederea calculului consumului de combustibil pentru automobile în unitățile de transport, în normativul M.T.Tc sînt indicate consumurile specifice medii care se determină la condițiile de drum de categoria K

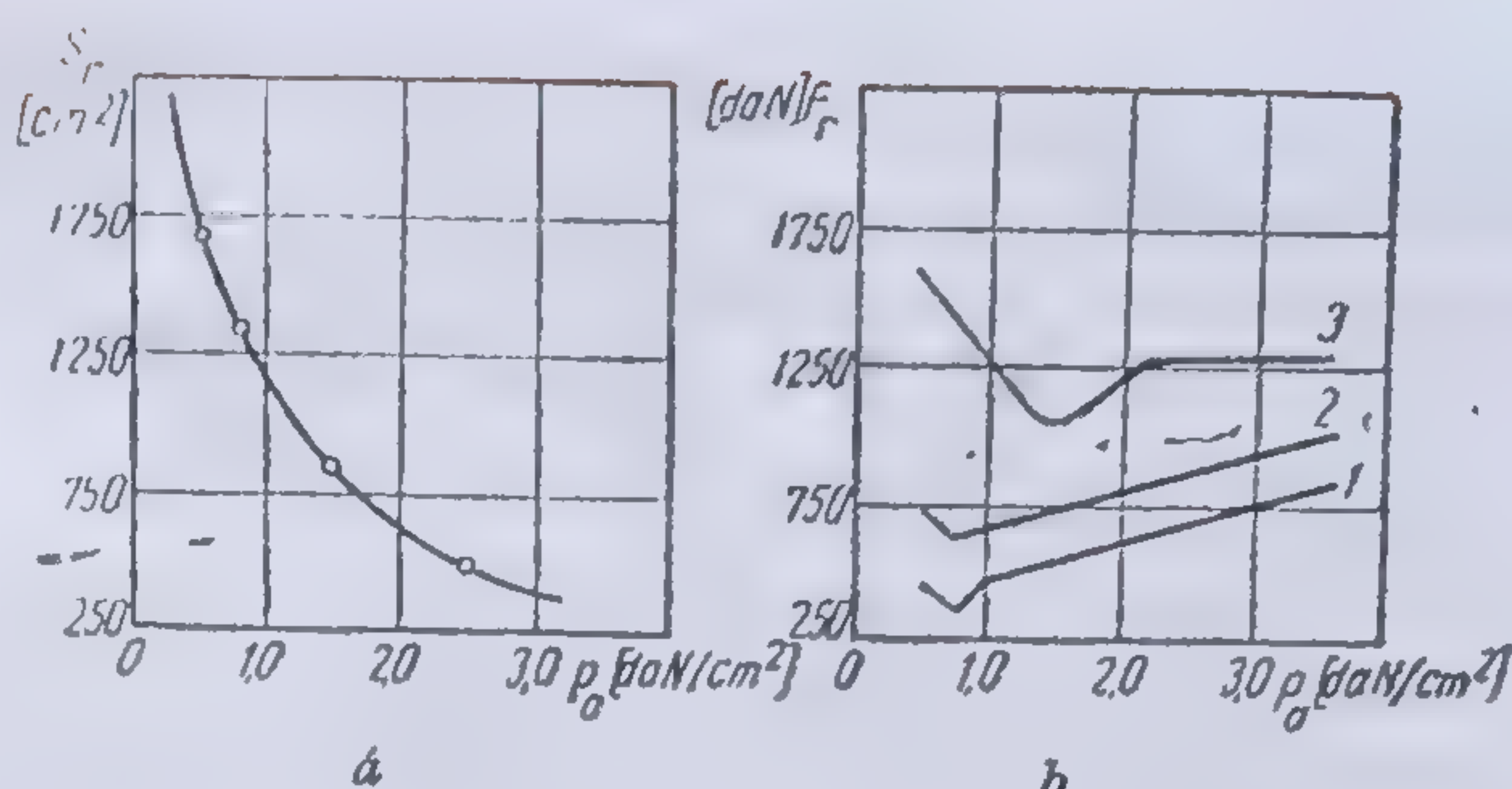


Fig. 1.1. Variația suprafeței de contact și a forței de rezistență la rulare pe un teren cu zăpadă bătută la o anvelopă 12,00—18 în funcție de presiunea aerului din pneu.

(coeficient de drum $D_c = 1,0$), în afara centrelor urbane, la o deplasare cu viteză economică, fără încărcătură și la o temperatură a aerului între $+5 \dots +30^\circ\text{C}$.

În cazul transportului de mărfuri, ținînd seama că consumul de combustibil depinde foarte mult de gradul de încărcare al autocamioanelor, este rațional a raporta consumul de combustibil la o unitate de prestație de transport, deci:

$$c_q = \frac{C}{QP} = \frac{C}{W_{tr}} \text{ [l/tkm]}, \tag{1.11}$$

unde:

- C este consumul de combustibil, în l ;
- Q — masa încărcăturii transportată, în t ;
- P — distanța de transport, în km ;
- W_{tr} — prestația de transport, în tkm .

Totuși, cele două mărimi specifice nu țin seama de timpul în care se efectuează prestația de transport. De aceea, s-a introdus în ultima vreme un nou indicator c_e — *economicitatea efectivă de combustibil*, care caracterizează aptitudinea automobilului de a efectua volumul de transport cu consum minim de combustibil și timp:

$$c_e = \frac{C}{Qv_t} \text{ [lh/tkm]}. \tag{1.12}$$

în care:

v_t este viteza medie tehnică a automobilului, în km/h .

Pentru a ilustra importanța alegerii corecte a mărimii specifice în cazul comparării economicității automobilelor privind consumul de combustibili, în tabelul 1.4 se dau cei trei indicatori pentru diferite tipuri de automobile cu deplasări, cu masă și viteză deosebită a indicatorului c_e .

Tabelul 1.4

Caracteristica comparativă a consumului de combustibil la diferite mărci de automobile

Nr. crt.	Marca automobilului	Sarcina de transport Q , în t	Distanța de transport L , în km	Consumul de combustibil C , în l	Timpul de deplasare t , în h	Viteza medie tehnică V_t , în km/h	Consumul specific de combustibil		
							la o unitate de parcurs, în $l/100 \text{ km}$	la o unitate de prestație, în $l/t\text{km}$	economicitatea efectivă, în $lh/t \text{ km}$
1.	GAZ 53 A	1,0	120	43	3,9	30,8	35,8	0,358	1,40
2.	GAZ 66	2,0	40	20	1,4	28,6	50,1	0,250	0,35
3.	ZIL 130	1,6	154	70	8,0	19,3	45,0	0,284	2,26
4.	ZIL 130	3,0	154	76	8,0	19,3	49,5	0,164	1,31
5.	ZIL 131	4,5	120	84	5,0	24,0	70,0	0,155	0,78
6.	URAL 375	5,0	50	38	1,7	24,0	95,0	0,190	0,316

Între mărimile specifice prezentate mai înainte se poate scrie următoarea dependență:

$$c_p = 100 \ c_q \ Q = 100 \ c_s \frac{Qv_s}{P} \quad (1.13)$$

Consumul de ulei se apreciază ca și consumul de combustibil, utilizând mărimile specifice indicate mai înainte. Ponderea cea mai mare o are consumul de ulei pentru schimb și consumul de ulei prin ardere. Consumul de ulei pentru motor se determină după normativul M.T.Tc ca și în cazul consumului de combustibil. Orientativ normele de consum de ulei vor fi stabilite procentual și în raport cu consumul de combustibil (tab. 1.5).

Tabelul 1.5

Norma de consum de ulei pentru automobile

Sortimentul de ulei	Tipul motorului, respectiv numărul punților motoare	Consumul de ulei procentual față de consumul de combustibil %
Ulei pentru motor	m.a.s. înainte de RK	3,5
	m.a.s. după RK	4,2
	m.a.c. în 4 timpi	6,0
	m.a.c. în 2 timpi	7,5
Ulei pentru transmisie	automobil cu o singură punte	0,8
	automobil cu două punți motoare	1,1
	automobil cu trei punți motoare	1,4
	automobil cu patru punți motoare	1,7

În general, consumul de ulei nu este constant în funcție de parcursul realizat de motor (fig. 1.2) el avînd o creștere rapidă în prima perioadă corespunzător rodajului și așezării îmbinărilor, după care această creștere este mai puțin accentuată, ca apoi din nou în apropierea reparației capitale să se intensifice (datorită mărimii jocurilor între piston și cilindru și între tija supapelor și ghiduri în urma uzurii acestora).

Consumul de anvelope se apreciază pe baza normei de rulaj stabilit în funcție de dimensiunile anvelopei și condițiile specifice de exploatare (starea drumului). Mărimea care redă consumul specific de anvelope se exprimă prin cheltulele de achiziție raportate la un km parcurs:

$$C_{anv} = \frac{nC_{anv}}{h'P_{anv}} \quad (1.14)$$

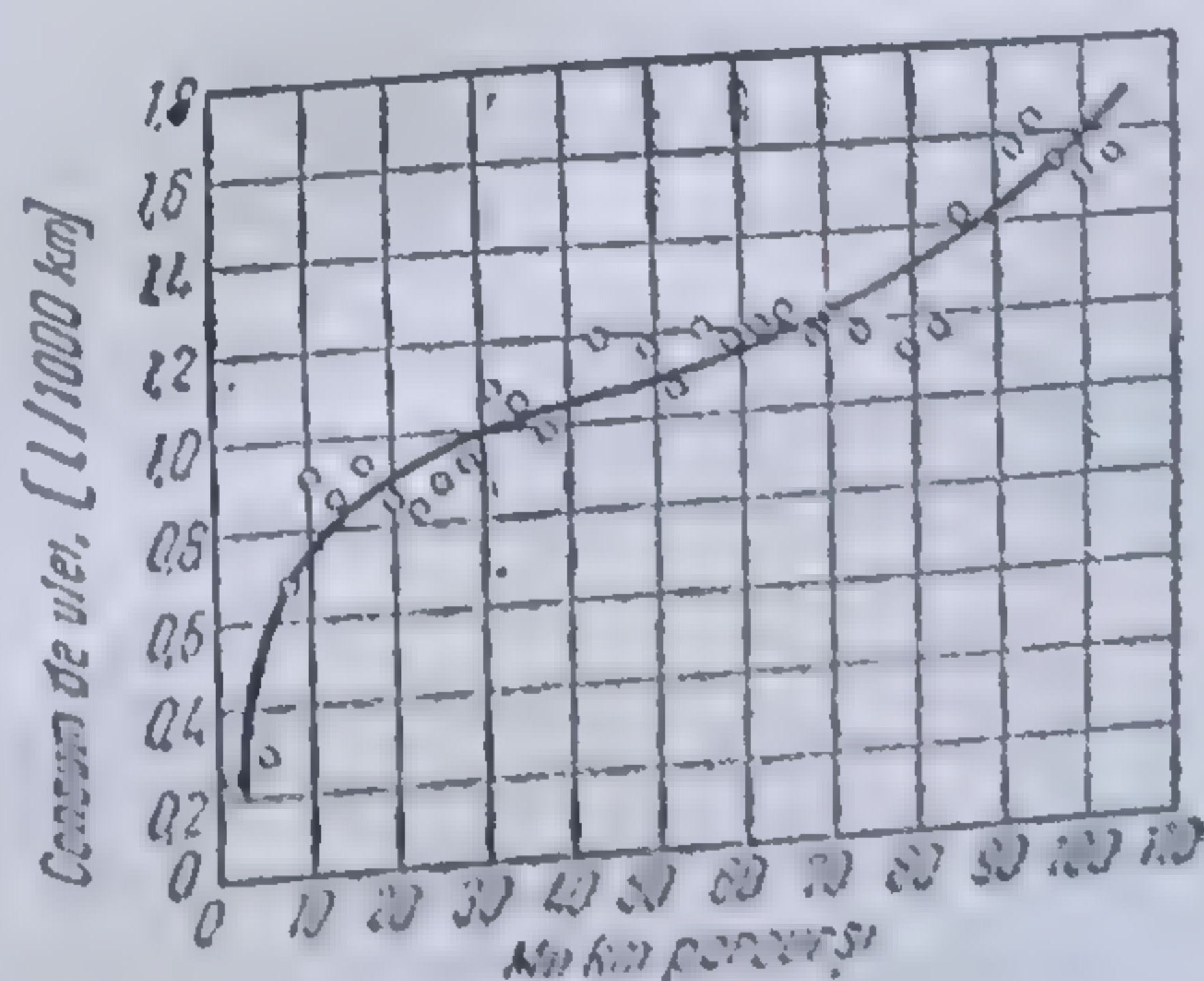


Fig. 1.2. Variația consumului de ulei în funcție de parcursul automobilului.

în care :

C_{anv} este costul unei anvelope, în lei ;

n — numărul anvelopelor montate pe automobil, buc ;

P_{anv} — norma de rulaj a anvelopei, în km ;

k' — coeficient a cărui valoare variază în funcție de starea drumului.

Norma de rulaj se poate exprima prin diametrul anvelopei D și numărul de rotații al roții în perioada de utilizare normală n_r , adică :

$$P_{anv} = \frac{n_r}{10^6} D = k'' D \quad (1.15)$$

unde D este exprimat în mm, iar k'' este aproximativ constant, indiferent de mărimea anvelopei.

Se înlocuiește norma de rulaj P_{anv} din expresia (1.15) în expresia (1.14) și se obține :

$$c_{anv} = \frac{n \cdot C_{anv}}{k' \cdot k'' \cdot D} = \frac{n \cdot C_{anv}}{k \cdot D} [\text{lei/km}] \quad (1.16)$$

Constanta k , în funcție de starea drumului, este dată în tabelul 1.6.

Tabelul 1.6

Valori pentru coeficientul k

Tipul drumului	Starea drumului	Coeficientul k
Drum asfaltat de șes	bună	45
Drum asfaltat de deal și munte	bună	42
Drum împietruit de șes	bună	38
Drum împietruit de deal și munte	bună	36
Drum împietruit simplu de șes	mediocră	33
Drum împietruit de deal și munte	mediocră	32
Drum natural de șes	rea	31
Drum natural de deal și munte	rea	30

Cheltuielile pentru întreținere și reparații se evidențiază tot printr-o mărime specifică, care se stabilește prin raportarea costului operațiilor de întreținere tehnică și reparațiilor curente la parcursul efectuat, deci :

$$c_{i+r} = \frac{C_s}{P_s} + \frac{C_g}{P_g} + \frac{C_{RT}}{P_{RT}} + \frac{C_R}{P_R} [\text{lei/km}], \quad (1.17)$$

în care :

C_s , C_g , C_{RT} și C_R sînt costul mediu al unei spălări, gresări, revizii tehnice și reparații, în lei ;

P_s, P_g, P_{RT} și P_R — parcursurile normate pentru o spălare, gresare, revizie tehnică și reparații, în km.

Aceste cheltuieli depind direct de caracteristicile constructive ale autovehiculelor, precum și de modul cum sînt utilizate în exploatare. Cu cît automobilul este mai robust și are o construcție rațională, cu atît aceste cheltuieli vor fi mai reduse.

Ținînd seama de toate cheltuielile, caracteristica de economicitate generală a automobilului va fi:

$$c = 10^{-2} \cdot c_p a_c + 10^{-2} \cdot [c_u a_u + c_{anv} + c_{i+r}], \quad (1.18)$$

unde :

c_u este consumul de ulei la 100 km parcurs, în l;

a_c — prețul unui l de combustibil, în lei;

a_u — prețul unui l de ulei, în lei.

Maniabilitatea și stabilitatea automobilelor. Securitatea circulației rutieră este condiționată, în mod deosebit, de maniabilitatea și stabilitatea automobilelor.

Prin *maniabilitatea automobilelor* se înțelege capacitatea acestora de a-și menține direcția de mers rectilinie, atunci cînd nu este comandată virarea, precum și ușurința cu care se efectuează virajele dorite și comandanate de conducătorul auto.

Pentru asigurarea unei maniabilități bune, construcția automobilului trebuie să satisfacă următoarele cerințe: roțile de direcție la virarea automobilului trebuie să se rostogolească fără derapări laterale; transmisia direcției trebuie să asigure un raport determinat între unghiurile de rotire ale roților de direcție; dimensiunile elementelor direcției, suspensiei și caracteristica elastică a suspensiei și anvelopelor trebuie să fie astfel alese, ca unghiurile de derivă, de la punțile din față și spate, să se găsească într-un raport determinat; trebuie să asigure o stabilitate bună roților de direcție și prevenirea oscilațiilor libere; în sistemul de direcție trebuie să existe o legătură inversă, care să permită conducătorului auto să aprecieze mărimea și direcția forței care acționează la roțile de direcție.

Viteza critică din condițiile de maniabilitate v_{man} este considerată acea viteză maximă la care automobilul se poate vira fără derapare laterală a roților de direcție. Mărimea lui v_{man} se află din următoarea relație:

$$v_{man} = 3,6 \sqrt{\left(\frac{\varphi^2 - f^2}{\operatorname{tg} \theta} - f\right) g A \cos \theta}, \quad (1.19)$$

unde :

θ este unghiul de virare medie a roților;

A — ampatamentul automobilului, în m;

g — accelerația gravitațională, în m/s².

Dacă automobilul se deplasează cu o viteză mai mare decît v_{man} , atunci roțile de direcție derapează în direcție transversală și rotirea lor, chiar cu un unghi mai mare, nu schimbă direcția de mers a automobilului

Viteza critică se micșorează la creșterea unghiului θ . Cu cât se virează mai strâns cu automobilul, cu atât trebuie să fie mai mică viteza acestuia.

O importanță mare pentru maniabilitate au coeficienții φ și f . Pe drumuri cu îmbrăcăminte tare, coeficientul f de obicei este mult mai mic decât φ , de aceea automobilul își păstrează maniabilitatea chiar în curbe cu raze mici. Prin deplasare pe drumuri cu denivelări, acoperit cu gheață, cu nisip sau cu zăpadă moale, mărimea coeficientului f se apropie de mărimea lui φ . Diferența ($\varphi^2 - f^2$) în acest caz se micșorează, ceea ce reduce sensibil viteza critică.

În afara maniabilității automobilele trebuie să fie asigurate, în timpul mișcării, și cu o stabilitate ridicată la rulare, derapare și răsturnare.

Stabilitatea la rulare a automobilului este caracterizată prin capacitatea acestuia de a-și menține direcția mișcării de mers rectilinie în mod automat, fiind asigurată această cerință prin poziția roților de direcție, care la rîndul lor sînt determinate de înclinarea pivoților în plan longitudinal (unghiul de fugă) și transversal. Forțele de reacție la aceste roți în momentul virării dau naștere la momente de stabilizare față de axul pivoților, ce nu permit rotirea roților față de planul lor de mișcare rectilinie longitudinală.

Acest moment de stabilizare însă, îngreunează rotirea roților în timpul virării automobilului, fapt pentru care, se prevede înclinarea fuzetei în plan transversal vertical (unghiul de stabilitate), reducînd astfel valoarea momentului necesar la volan pentru schimbarea direcției de mers. Deoarece, în acest caz, roțile de direcție tind să ruleze pe un arc de cerc înainte, spre exterior, deci să se desfacă, se prevede înclinarea fuzetei în plan orizontal spre interior (unghiul de convergență) anulînd această tendință. Unghiul de convergență are și rolul să micșoreze tendința de fluturare (șerpuire) a roților la viteze mari.

Legat de noțiunea de maniabilitate, o mare importanță are *manevrabilitatea automobilelor* care cuprinde caracteristica acestora în privința posibilităților de manevrare, în condițiile cerute de nevoile de exploatare (deplasarea și introducerea în spații înguste, la locurile de încărcare-descărcare etc.).

Indicele manevrabilității automobilului este raza de virare minimă a roții de direcție exterioară și lățimea benzii de mișcare pe care o ocupă automobilul la virare.

Lățimea maximă a benzii de mișcare este:

$$L = R_e - R_i + a + b, \quad (1.20)$$

unde :

R_e și R_i sînt raze de virare minime ale roții de direcție exterioară respectiv ale roții spate interioară;

a și b — supralățirea de la ecartament pînă la punctul extrem lateral al automobilului.

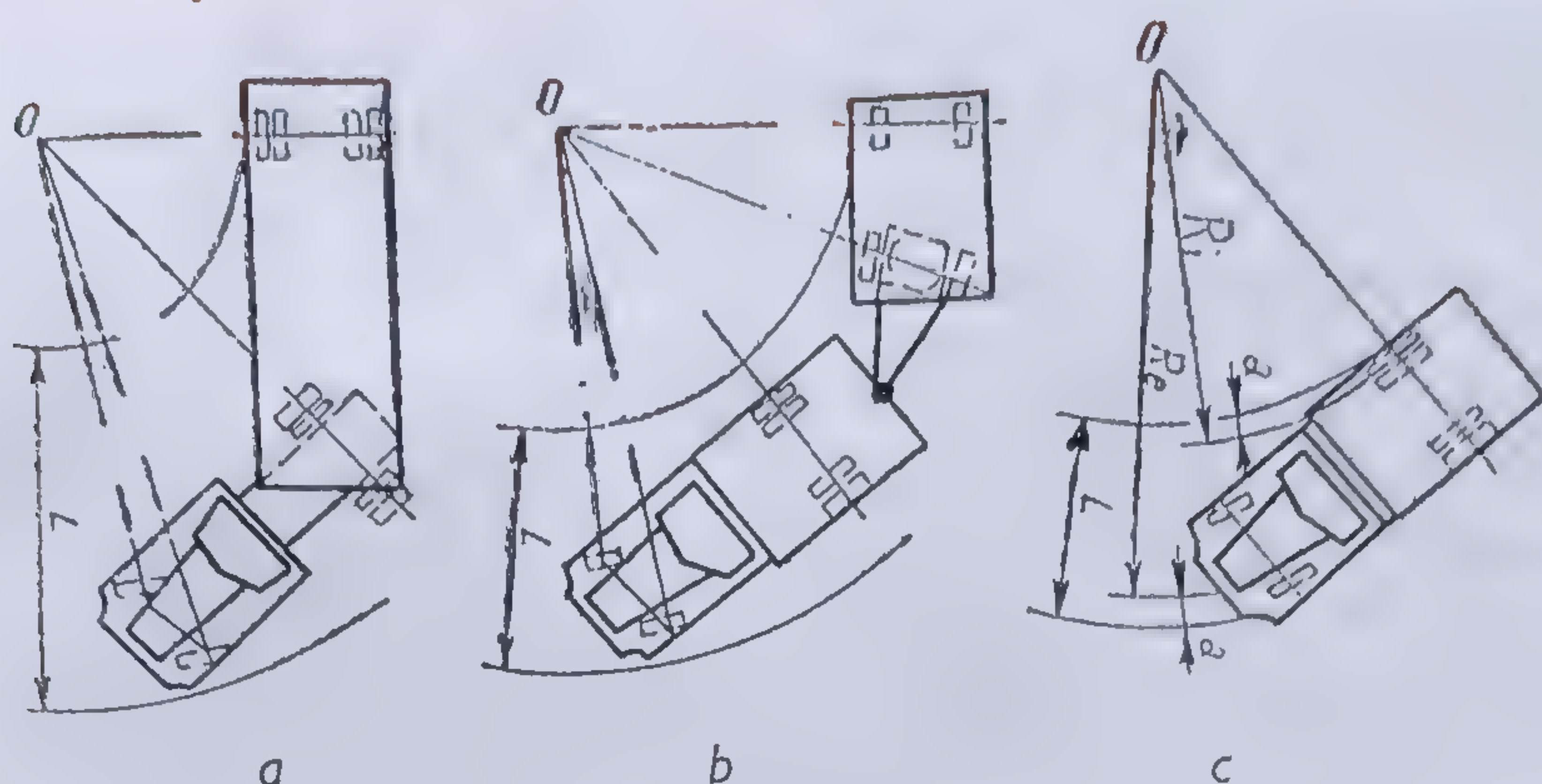


Fig. 1.3. Lățimea benzii de mișcare în funcție de tipul autovehiculului.

Manevrabilitatea cea mai bună se poate asigura cu automobile fără remorcă (fig. 1.3, a) și mai ales la cele la care toate roțile sînt de direcție. În cazul tractării unei remorci sau semiremorci manevrabilitatea automobilului se înrăutățește (fig. 1.3, b și c). Lățimea benzii de mișcare a autotrenului se mărește cu creșterea numărului de remorci tractate, cu lățimea remorcii și lungimea proțapului.

În figura 1.4 sînt exemplificate elementele pentru calculul lățimii benzii de mișcare. Raza de virare exterioară din triunghiul OCD este:

$$R_e = \frac{A}{\sin \theta_e} \quad (1.21)$$

unde:

θ_e este unghiul de virare a roții de direcție exterioară.
Raza de virare interioară se poate exprima prin:

$$R_i = OC - AC = OC - B,$$

unde OC este:

$$OC = \frac{A}{\tan \theta_e} = A \frac{\cos \theta_e}{\sin \theta_e}$$

deci:

$$R_i = A \frac{\cos \theta_e}{\sin \theta_e} - B. \quad (1.22)$$

Se introduc expresiile (1.21) și (1.22) în expresia (1.20) și se obține:

$$L = A \frac{1 - \cos \theta_e}{\sin \theta_e} + B + a + b = A \tan \frac{\theta}{2} + B + a + b, \quad (1.23)$$

unde B este ecartamentul roților, iar $\theta \approx \theta_e$ este unghiul de virare mediu.

Se evidențiază din relația (1.23) influența ampatamentului, ecartamentului și unghiului de virare al roții asupra lățimii L .

Stabilitatea la derapare este aptitudinea automobilelor de a rula fără alunecare, sau a reveni la direcția de mers după un început de derapare. Pentru mișcarea automobilelor în curbe are o deosebită importanță stabilitatea la derapare în plan transversal, care se poate caracteriza prin viteza limită la derapare:

$$v_d = \sqrt{gR\varphi}, \quad (1.24)$$

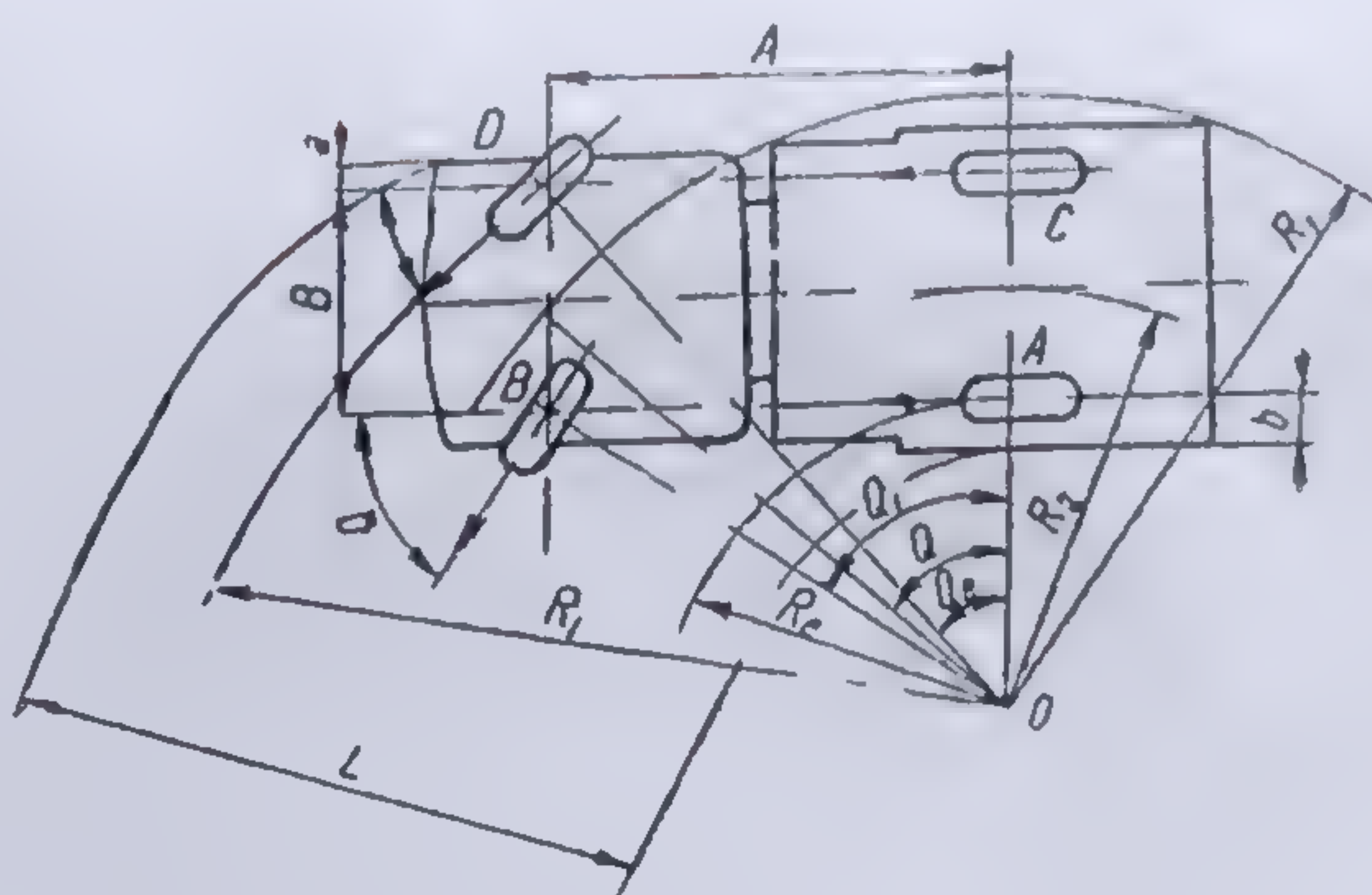


Fig. 1.4. Elementele geometrice ale procesului de virare.

unde R este raza de virare medie (a centrului de greutate) a automobilului.

Din relația (1.24) rezultă că, pentru a preîntîmpina pericolul de derapare la roți, este necesar să se coreleze viteza de deplasare a automobilului în curbă cu mărimea razei de virare și cu coeficientul de aderență.

Stabilitatea la răsturnare este aptitudinea automobilului de a se menține în poziție de reazem pe toate roțile, sau a reveni în această poziție în toate condițiile de circulație. În cazul virajului viteza limită la care începe răsturnarea este:

$$v_r = \sqrt{\frac{gRB}{2h_g}} \quad (1.25)$$

în care h_g este înălțimea centrului de greutate.

Pentru a realiza o stabilitate maximă a automobilelor în timpul virării, este necesar ca:

— centrul de greutate să fie cît mai aproape de planul de reazem, iar sarcinile statice să fie repartizate pe roți uniform; astfel, în acest sens, are o mare importanță modul de încărcare a automobilelor, mai ales cu mărfuri cu volum mare și greutate specifică mică;

— baza rigidă a automobilelor să fie cît mai mare, adică automobilul să aibă ecartament și ampatament cît se poate de mare;

— pneurile să aibă o rigiditate transversală mare și să fie antidive.

Deoarece răsturnarea este mai periculoasă decît deraparea, viteza limită la derapare trebuie să fie mai mică decît viteza limită la răsturnare, și astfel, rezultă din compararea relațiilor (1.24) și (1.25) următoarea inegalitate:

$$\frac{B}{2h_g} > \varphi. \quad (1.26)$$

Condiția (1.26) este satisfăcută în cazul autoturismelor chiar și la valori mari ale coeficientului de aderență, deci pierderea stabilității transversale este caracterizată cel mai frecvent de alunecarea laterală (derapare) și nu de răsturnarea transversală a automobilului.

Fiabilitatea și durabilitatea automobilelor. În afară de performanțele dinamice, economice și constructive, automobilele trebuie să aibă și o mare siguranță în exploatare în timp cât mai îndelungat, caracterizată prin fiabilitatea și durabilitatea lor.

Fiabilitatea automobilelor exprimă probabilitatea ca acestea să funcționeze, fără defecțiuni, într-un timp determinat în anumite condiții de exploatare. Deci, fiabilitatea măsoară în mod permanent, în timpul exploatării calitatea automobilului de a fi util procesului de transport, adică să nu prezinte defecțiuni în perioada folosirii lui în producție.

Durabilitatea exprimă capacitatea automobilelor de a realiza un anumit parcurs pînă la limita admisibilă a parametrilor de performanță pentru un anumit nivel de fiabilitate acceptat, inițial, sau înregistrat, în mod concret, în procesul de exploatare.

Durabilitatea se realizează prin prevederea unor lucrări de întreținere tehnică și reparații accidentale (curente), care permit menținerea automobilului în timp cât mai îndelungat în procesul de exploatare.

De acești parametri depinde, în mare măsură, posibilitatea utilizării automobilelor cu cheltuieli minime și cu o productivitate maximă în procesul de exploatare.

CAPITOLUL 2

FIABILITATEA ȘI MENTENABILITATEA AUTOMOBILELOR ÎN CORELAȚIE CU FACTORII DE EXPLOATARE

2.1. OBIECTUL ȘI NECESITATEA STUDIULUI FIABILITĂȚII ÎN PROCESUL EXPLOATĂRII AUTOMOBILELOR

Problema fiabilității a apărut odată cu tehnica, întrucât nici o societate n-a avut vreodată nevoie de produse nesigure. Deși urmările defecțiunilor se studiază de mult timp, fiabilitatea a devenit o condiție tehnică, un parametru în proiectarea, fabricarea și exploatarea produselor și una din problemele fundamentale ale tehnicii abia în ultimii 30 de ani. În acești ani au fost dezvoltate teorii, metode de calcul și procedee de testare care permit formularea unor aprecieri calitative și cantitative cu privire la siguranța în funcționare a unor elemente constructive, aparate, sisteme și instalații.

Teoria fiabilității ca o disciplină de graniță, are o fundamentare matematică izvorită din necesitățile tehnologiei moderne și ale economiei calității. Fiabilitatea ca știință de sine stătătoare are drept obiect:

- studiul defecțiunilor (al cauzelor, al proceselor de apariție și de dezvoltare și al metodelor de combatere a lor);

- analiza fizică a defecțiunilor;

- aprecierea cantitativă a comportării produselor în timp, ținând seama de influența pe care o exercită asupra acestora factorii interni și externi;

- determinarea modelelor și metodelor de calcul și de prognoză, pe baza încercărilor specifice și a urmăririi comportării în exploatare a produselor;

- stabilirea metodelor constructive, tehnologice și de exploatare pentru asigurarea, menținerea și creșterea fiabilității sistemelor, dispozitivelor și elementelor componente;

- stabilirea metodelor de selectare și prelucrare a datelor privind fiabilitatea produselor.

Definiția fiabilității este următoarea: „fiabilitatea este probabilitatea ca un dispozitiv să-și îndeplinească, fără defectări, funcțiile sale specifice, pe o anumită perioadă de timp, într-un ansamblu de condiții de funcțio-

nare dinainte precizate". Rezultă deci că noțiunea de fiabilitate diferă ca semnificație de noțiunea de control a calității, controlul fiind o măsurare a calității în momentul zero al vieții produsului, în timp ce fiabilitatea reflectă o măsurare a acesteia în funcție de timp. Altfel spus, fiabilitatea poate fi considerată ca fiind controlul calității în tot timpul existenței produsului în exploatare.

După cum se poate observa din definiția dată, mai înainte, fiabilitatea constituie o însușire a patru noțiuni:

- probabilitatea;
- îndeplinirea funcțiilor specifice fără defectări;
- timp;
- condiții de funcționare.

Caracterul probabilistic al fiabilității rezultă în primul rând din raportul existent între capacitatea de funcționare (capabilitatea) și serviciul (misiunea) pe care-l are de îndeplinit un produs. (fig. 2.1.).

Capabilitatea unui produs are o repartiție probabilistică, deoarece fiecare unitate realizată din acest produs este o sumă statistică între calitatea aleatoare a materialelor folosite, a parametrilor regimurilor de fabricație în toate fazele ei, de la elaborarea semifabricatului și până la realizarea operațiilor de montare a ansamblului, care, în ultimă instanță, se poate măsura prin precizia de fabricație (care trebuie să se încadreze între anumite limite după o lege de repartiție statistică dinainte stabilită), prin calitatea suprafețelor și corectitudinea îmbinărilor realizate. Deoarece, pentru un lot de produse combinarea acestor calități, încorporate în fiecare produs în parte, are o anumită valoare finală concretă, diferită de cealaltă, va determina și pentru capacitatea întregului lot de produse o anumită distribuție statistico-probabilistică a acestor proprietăți.

În mod firesc și solicitările sînt diferite pentru fiecare produs în parte, în timpul exploatării, deci în perioada îndeplinirii serviciului (misiunii) pentru care a fost conceput acesta. Astfel, dacă se reprezintă și în acest caz legea de repartiție a solicitărilor în exploatare, pentru un lot de produse se va obține în mod similar tot o distribuție probabilistică ca și în cazul capabilității. Acestea din cauză că, este foarte puțin probabil ca toate produsele să fie utilizate la aceeași valoare a solicitărilor, inevitabil va apărea în exploatare o anumită repartiție statistico-probabilistică a acestor valori.

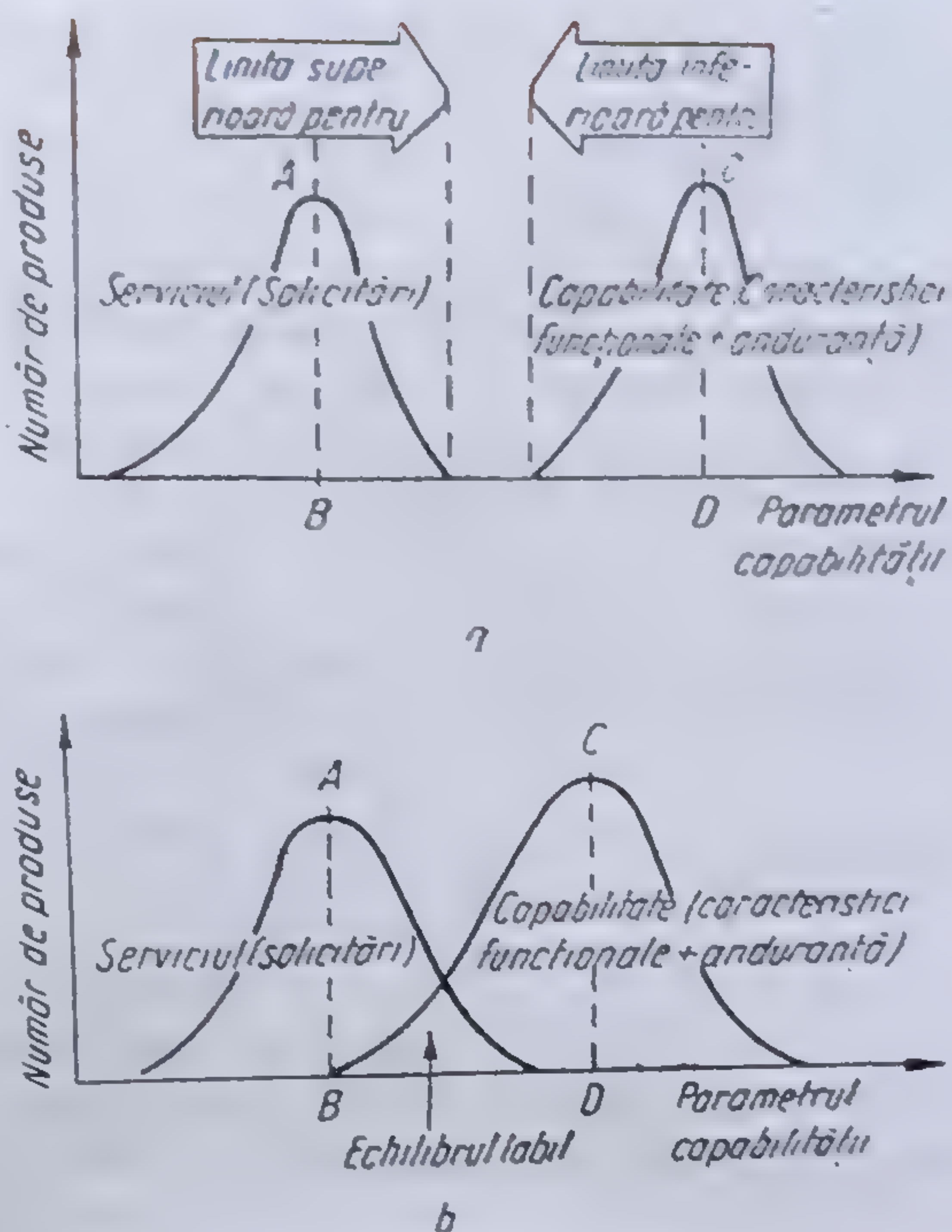


Fig. 2.1. Corelația între capabilitate și serviciu la un produs.

Ca un produs să fie *fiabil*, este necesar, ca să posede în orice moment al exploatării o capacitate superioară solicitărilor din timpul utilizării (serviciul prestat).

Pentru ca un lot de produse să aibă o fiabilitate deosebit de ridicată este necesar ca produsul cu capacitatea cea mai slabă să reziste solicitărilor cele mai ridicate în perioada de exploatare (fig. 2.1, a). Această cerință trebuie să fie asigurată pentru toate elementele componente ale unui produs. De fapt, în timpul proiectării, toate calculele de dimensionare efectuate la piesele componente se realizează cu coeficienți de siguranță (marjă de siguranță), care asigură condițiile stabilite mai înainte.

Totuși, pentru un produs mai complex, cu multe elemente componente, apar o serie de interacțiuni care nu pot fi, în toate cazurile, prevăzute prin calculele de dimensionare la piesele sale, care în anumite situații pot reduce capacitatea ansamblului (produsului complex). În acest fel se poate ajunge în situația când capacitatea de funcționare este inferioară — parțial — serviciului cerut, și ca urmare siguranța în funcționare este labilă, respectiv produsul nu satisface din punctul de vedere al fiabilității (fig. 2.1, b). Această situație de intersectare a celor două curbe de repartitie, *solicitare-capacitate*, poate să apară în orice moment al timpului de exploatare și poate fi provocat chiar de schimbările inevitabile ce apar pe parcursul utilizării produsului în starea lor tehnică datorită procesului de uzare sau de degradări, de altă natură.

În general, realizarea unor produse complexe perfecte (cum este și automobilul) este foarte costisitoare. În practică se stabilește un echilibru tolerabil între necesități și posibilități. Cu cât un sistem este format dintr-un număr mai mare de componente, cu cât este mai complex, cu atât crește probabilitatea ieșirii din funcțiune și apariția defectărilor. Există însă posibilități tehnice de limitare a consecințelor unei defectări și de asigurare a continuității îndeplinirii misiunii de către o anumită instalație. Ele fac obiectul științei moderne a fiabilității și mentenabilității.

Atributul de probabilitate asigură fiabilității două componente deosebit de importante și anume: cuantificabilitatea și previzionabilitatea. Conceptul de cuantificare a fiabilității permite efectuarea unor măsurători cantitative ale calității de-a lungul timpului de utilizare a produselor cu ajutorul unor indicatori (intensitatea de defectare, media timpului de bună funcționare, timp de bună funcționare, frecvență de repartitie a defectărilor etc.). După ce a fost cuantificată fiabilitatea devine un parametru de proiectare (greutate, efort unitar la solicitări mecanice etc.).

Conceptul de previzionabilitate a fiabilității asigură posibilitatea de planificare, înțelegând ca un sistem de măsuri aplicabile tuturor funcțiilor pe care le implică produsul, de la concepție și pînă la casare. Această planificare limitează monopolul proiectantului numai asupra concepției produsului, revizia proiectului revenind altor specialiști din domeniul fabricației și exploatării.

Planificarea fiabilității implică precizarea specificațiilor de bază ale ei, sub următoarele aspecte:

- cuantificarea fiabilității în termenii unei probabilități;
- definirea clară a performanței unei comportări satisfăcătoare a produsului;
- definirea clară a mediului în care urmează să funcționeze produsul.

— precizarea timpului de bună funcționare condiționat (respectiv a timpului între defectări).

Noțiunea de îndeplinire a funcțiilor specifice fără defectări are o semnificație deosebită prin prisma aprecierii corecte a stării de defectare, care trebuie să fie stabilită cu deosebită atenție. Adică, nu orice defecțiune se poate considera cauza care afectează fiabilitatea unui produs. În general, din considerente de fiabilitate se acceptă ca stare de defectare, aceea avarie, deranjament, ieșire din funcțiune, care împiedică produsul să-și îndeplinească în continuare una, mai multe, sau toate funcțiunile de bază prevăzute. De aceea, trebuie să se acorde atenție deosebită, în lucrările de evaluare a fiabilității produselor, stărilor care se consideră defecțiuni. În caz contrar, pot fi obținute rezultate denaturate care să nu reflecte situația reală și să determine pe această cale luarea de decizii eronate.

Deoarece evaluarea fiabilității se realizează tocmai prin înregistrarea defectelor, nu pot fi admise stări intermediare (aceste considerente nu ar permite o evaluare comodă prin mijloace materiale existente). Deci, un produs este considerat *ori în stare de funcționare, ori în stare de defectare* din punctul de vedere al fiabilității.

Noțiunea de timp permite să se exprime, în mod corect și cert, conceptul de fiabilitate. Neapărat, odată cu specificarea nivelului de fiabilitate trebuie indicat și timpul de funcționare pînă cînd se garantează indicatorul respectiv al fiabilității. Totuși, trebuie făcută în acest sens o delimitare riguroasă între defectările care sînt produse ca o consecință directă a timpului de utilizare (datorită uzurii pieselor sau oboselii materialelor etc.) sau care se produc numai din cauza unor greșeli de proiectare, sau abateri de la condițiile normale de fabricație. Firește, și defectările datorită ultimelor cauze se produc în timp, dar acestea nu sînt o consecință directă a timpului de utilizare.

Condițiile de funcționare au o valoare limitativă în aprecierea fiabilității, deoarece aceasta determină intervalul de solicitare în serviciu. Marja de siguranță între capabilitate și solicitare în exploatare (v. fig. 2.1, a), va fi cu atît mai mare cu cît se realizează o definire mai clară și precisă a condițiilor de exploatare încă în faza de proiectare a produselor. În acest caz, proiectantul poate lua în considerație mai multe elemente în privința definirii caracteristicilor constructive și funcționale ale produsului.

Importanța tot mai mare a fiabilității produselor tehnice (cum este și automobilul), în zilele noastre, este datorată în principal următorilor factori:

— creșterii complexității produselor, a capacității de producție a unui agregat și a importanței funcțiunilor ce trebuie să le realizeze acesta, ceea ce are drept urmare creșterea pagubelor în cazul unei defecțiuni;

— intensificării regimurilor de lucru ale sistemelor sau părților lor componente;

— complexității condițiilor de exploatare;

— cerinței ridicate față de calitatea funcționării sistemului;

— introducerii automatizării parțiale sau totale și implicit, reducerea corespunzătoare a participării omului la realizarea funcțiunilor sistemului precum și excluderea supravegherii și controlului permanent al funcționării de către om, căruia îi revine numai sarcina depistării (dacă

pentru acest lucru nu sînt prevăzute dispozitive automate) și înlăturării defecțiunilor;

— creșterii cheltuielilor de exploatare.

Necesitatea introducerii studiului fiabilității pleacă tocmai de la considerentul că cheltuielile de exploatare cresc foarte mult în cazul utilizării unor produse nesigure, iar pe de altă parte, pot apărea o serie de avarii cu consecințe dintre cele mai neprevăzute și cu urmări tragice.

În construcția automobilelor se acordă tuturor agregatelor și instalațiilor o atenție deosebită, dar în mod special, se insistă pentru ridicarea fiabilității instalațiilor și sistemelor care condiționează securitatea circulației pe drumurile publice, cum ar fi instalația de frînare, sistemul de direcție, instalația de iluminare și semnalizare etc.

Preocupările existente în țara noastră pentru dezvoltarea și introducerea fiabilității, ca un parametru de proiectare și fabricație a produselor, se concretizează și prin elaborarea în acest sens a unor normative de stat (STAS 8174—77), pentru terminologia utilizată în fiabilitate și (STAS 10307—75) pentru indicatorii de fiabilitate.

Determinarea fiabilității presupune încercări îndelungate, costisitoare, o foarte bună organizare a colectării, transmiterii și prelucrării informației despre comportarea aparaturii în exploatare, despre întreținerea și repararea acesteia și despre cauzele defecțiunilor ei.

Din cele prezentate mai înainte rezultă că, bazele fiabilității produsului se pun în perioada de elaborare, cînd se stabilește structura și se face dimensionarea acestuia; fiabilitatea se asigură în procesul de fabricație, prin alegerea corectă a procedeeleor și utilajelor tehnologice, prin respectarea regimurilor și condițiilor de fabricație prescrise, prin efectuarea unui control riguros al calității materiilor prime și materialelor folosite, al fabricației pe faze și operații și al produselor realizate; fiabilitatea se menține prin utilizarea unor metode adecvate de conservare, transport și punere în funcțiune și prin exploatare și servicii corect organizate și efectuate de un personal cu calificare corespunzătoare.

2.2. BAZELE MATEMATICE ALE EVALUĂRII FUNCȚIILOR ȘI INDICATORILOR DE FIABILITATE PENTRU AUTOMOBILE

Deoarece fiabilitatea este definită prin probabilitate, teoria fiabilității se bazează pe utilizarea unor parametri probabili cum sînt variabilele aleatoare, funcțiile densității de probabilitate și funcțiile de repartiție.

Studiile privind fiabilitatea cuprind variabile aleatoare atît discrete cît și continue. Un exemplu de variabilă discretă este numărul de defecțiuni într-un interval de timp dat. Exemple de variabile aleatoare continue sînt durata funcționării pînă la defectarea unei componente sau durata funcționării între două defectări succesive ale echipamentului.

Probabilitatea de defectare a unui sistem în intervalul de timp prescris t , în condiții date, este determinat de relația:

$$F(t) = P(T \leq t); \quad (2.1)$$

care exprimă probabilitatea apariției unui defect înainte de un moment t la timpul T . Funcția $F(t)$ se poate exprima și prin funcția densității de probabilitate a defectărilor aleatoare $f(t)$, deci:

$$F(t) = \int_{-\infty}^t f(t) dt, \quad (2.2)$$

Funcția $F(t)$ se numește *funcția de nefiabilitate* sau conform STAS 10307—75 *funcția de repartiție a timpului de funcționare*. Ultima denumire a funcției analizate se datorește faptului că timpul T reprezintă tocmai timpul de funcționare fără defecțiuni, după care apare în mod inevitabil defectarea sistemului și care este o mărime aleatoare cu o anumită lege de repartiție. Dacă variabila aleatoare este discretă, semnul de integrală este înlocuit prin sumă.

Probabilitatea funcționării fără defecțiuni în intervalul de timp t al unui sistem, este dat de funcția:

$$R(t) = P(T > t), \quad (2.3)$$

care exprimă probabilitatea funcționării fără defecțiuni în decursul unui anumit interval de timp t , în condiții date. Funcția $R(t)$ se numește *funcția fiabilității* și are următoarele proprietăți evidente:

1) $R(0) = 1$, deoarece $T > 0$ este evenimentul sigur al experienței (se examinează funcționarea fără defecțiuni numai a sistemelor sau elementelor care au fost în bună stare în momentul pornirii);

2) $R(t)$ este o funcție de timp necrescătoare;

3) $R(t) \rightarrow 0$ pentru $t \rightarrow \infty$, evenimentul $T > \infty$ fiind imposibil. Deoarece $T > t$ și $T < t$ sînt evenimente contrarii, rezultă:

$$R(t) + F(t) = 1. \quad (2.4)$$

Deci funcția de fiabilitate se poate exprima și astfel:

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt, \quad (2.5)$$

Diferențiind ecuația (2.5) se poate arăta că:

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\frac{dF(t)}{dt} = -f(t). \quad (2.6)$$

Expresia generală a funcției de fiabilitate și indicatorii de bază ai fiabilității. Probabilitatea defectării într-un anumit interval de timp, t_1 pînă la t_2 , poate fi exprimată prin funcția de fiabilitate:

$$\int_{t_1}^{\infty} f(t) dt - \int_{t_2}^{\infty} f(t) dt = R(t_1) - R(t_2). \quad (2.7)$$

Frecvența cu care apar defectele în intervalul $t_2 - t_1$, sau altfel spus *intensitatea de defectare* (rată de defectare) $z(t)$, se definește ca raport între probabilitatea ca defectul să se producă în acel interval, cu condiția

să nu se fi produs înainte de t_1 (adică înainte de începutul intervalului) și mărimea intervalului. În consecință:

$$z(t) = \frac{R(t_1) - R(t_2)}{R(t_1) \cdot (t_2 - t_1)} \quad (2.8)$$

care se poate scrie și în forma:

$$z(t) = \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{R(t)\Delta t} \quad (2.9)$$

în care $t = t_1$ și $t_2 = t + \Delta t$.

Intensitatea de defectare este un indicativ local de fiabilitate care furnizează informații extrem de prețioase în legătură cu fiabilitatea produsului la un anumit moment.

Intensitatea instantanee a defectelor $z(t)$ este definită ca limită a densității defectării când intervalul tinde către zero, respectiv:

$$z(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{R(t)\Delta t} = - \frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt} = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.10)$$

ceea ce poate fi scris și sub forma:

$$z(t) = - \frac{d \ln R(t)}{dt} \quad (2.11)$$

Ultima ecuație diferențială definește intensitatea (rata) instantanee a defectării ca o măsură a schimbării șanselor de rămânere în funcțiune cu trecerea unei unități de timp. Prelucrând această ecuație, se poate obține o expresie generală pentru funcția de fiabilitate:

$$\ln R(t) = - \int_0^t z(t) dt,$$

$$\text{de unde } R(t) = e^{- \int_0^t z(t) dt} \quad (2.12)$$

Intensitatea de defectare pentru variabile aleatoare discrete pentru un anumit interval se calculează cu relația:

$$z(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t}, \quad (2.13)$$

unde $N(t)$ și $N(t + \Delta t)$ sînt numere de produse în bună stare la momentul t , respectiv $t + \Delta t$.

Funcția de repartiție a timpului de funcționare va fi în acest caz:

$$F(t) = \frac{N(0) - N(t)}{N(0)}, \quad (2.14)$$

iar funcția fiabilității:

$$R(t) = \frac{N(t)}{N(0)}, \quad (2.15)$$

unde $N(0)$ este numărul total de produse în eșantionul urmărit.

Funcția densității de probabilitate a timpului de funcționare pentru intervalul Δt se calculează cu relația:

$$f(t, t + \Delta t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(0) \Delta t} \quad (2.16)$$

În afara indicatorilor de fiabilitate prezentați mai înainte, în tehnica evaluării comportării produselor în exploatare se mai utilizează durata medie de viață (durata de bună funcționare) și media timpului de bună funcționare (MTBF). Ambii indicatori exprimă care este speranța timpului de utilizare a unui produs în anumite condiții în procesul de exploatare.

Durata medie de viață (durata de bună funcționare) reprezintă media aritmetică a duratelor de funcționare, pînă la defectare, ale tuturor produselor testate, dintr-un eșantion, în cazul cînd aceste produse nu pot fi reparate (de exemplu, bobina de inducție, condensatorul, becurile etc.), deci:

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} = \frac{T}{N}, \quad (2.17)$$

unde $\sum_{i=1}^N t_i = T$ — reprezintă suma timpilor de bună funcționare a celor N produse.

Media timpului de bună funcționare (MTBF) reprezintă raportul dintre intervalul total de funcționare și numărul total al defectelor, în situațiile în care componentele sînt înlocuite sau reparate după defectare. Deci, acest indicator se utilizează pentru produsele reparabile, cum este cazul majorității componentelor din construcția automobilului. Acest indicator se calculează ca o medie statistică cu relația:

$$MTBF = m = \int_0^{\infty} R(t) dt. \quad (2.18)$$

Toți acești indicatori sînt caracteristici de bază pentru aprecierea fiabilității produselor, și pot fi stabiliți în perioada de elaborare a proiectelor și verificați prin încercări de fiabilitate pe prototipuri sau evaluați în procesul de exploatare la produsele fabricate în serie.

Dacă se urmărește evoluția fiabilității unui anumit produs, din momentul introducerii în exploatare și pînă la casare, prin mărirea intensității de defectare $z(t)$, aceasta permite să se aprecieze particularitățile defectărilor și să se stabilească procedeele de preîntîmpinare a acestora. O caracteristică tipică $z(t)$ pentru toată durata de viață este reprezentată în figura 2.2.

Variația intensității defectărilor produselor în funcție de timpurile de funcționare se poate împărți în cele trei perioade:

I — perioada inițială de funcționare (precocă, infantilă), în care se

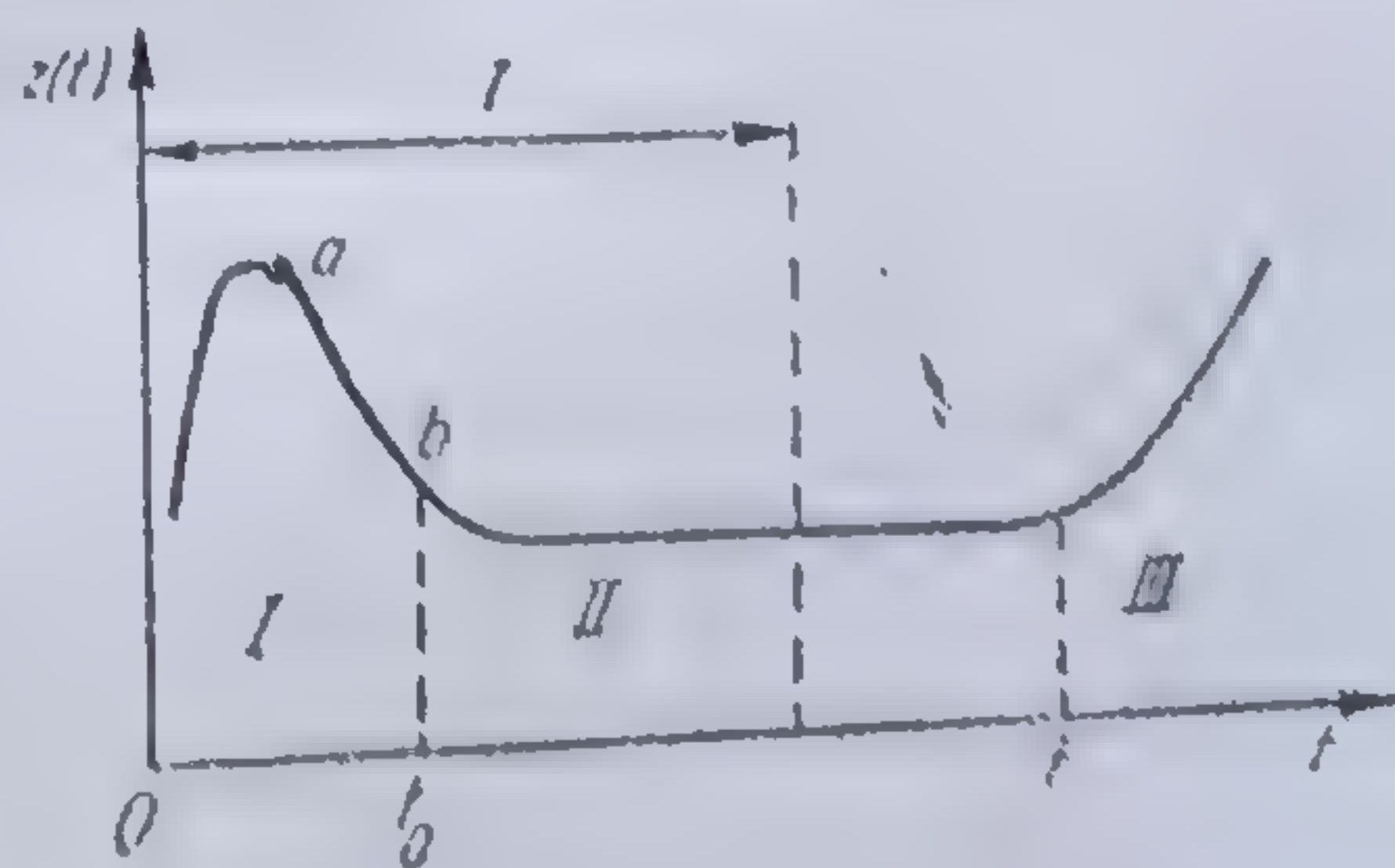


Fig. 2.2. Caracteristica vieții produsului pe toată perioada sa de existență.

produce o cantitate considerabilă de defecțiuni datorită erorilor de proiectare și fabricație (elemente slabe, montaj neglijent, tratament termic incorrect aplicat și altele). Durata acestei perioade depinde de tipul elementelor, de nivelul producției și în cazul automobilelor este situată între 5 000 și 25 000 km parcurși. Coeficientul unghiular al drepte care unește punctele a și b , poate servi ca indicator al nivelului tehnic al producției. Cu cât este mai ridicată calitatea execuției și a controlului produselor, cu atât mai omogenă va fi producția, și cu atât mai rapid scade intensitatea de defectare. Odată cu scăderea calității execuției și cu reducerea exigenței controlului producției, prima perioadă a caracteristicii $z(t)$ se mărește și trecerea la perioada a doua se face mai lent.

Este de dorit ca această primă perioadă să se reducă; în acest scop, se utilizează rodajul în întreprindere și la începutul exploatarei automobilelor. În perioada de rodaj trebuie puse în evidență toate defectele de fabricație, trebuie asigurată o păsuire perfectă între piesele îmbinate și de aceea această perioadă trebuie să coincidă cu prima perioadă de variație a caracteristicii $z(t)$. Exploatarea va începe în momentul t_0 , corespunzător punctului b . Când calitatea fabricației și a controlului este necorespunzătoare, rodajul devine evident inutil;

II — *perioada de viață utilă de funcționare* (maturitatea produsului), când intensitatea defecțiunilor devine cea mai scăzută și de obicei, practic constantă; repartiția exponențială a timpului de funcționare este caracteristică pentru această perioadă. Defecțiunile, în această perioadă, au caracter instantaneu și aleator cu o rată scăzută și relativ stabilă. Aceasta este perioada care caracterizează fiabilitatea produselor și asupra ei se efectuează studii și încercări pentru a o extinde cât mai mult;

III — *perioada finală de funcționare* (bătrânețea produsului) care este caracterizată printr-o creștere bruscă a intensității de defectare datorită îmbătrânirii (uzurii, oboselii) produselor. În această perioadă menținerea în funcțiune a produsului devine nerentabilă.

Caracteristicile $z(t)$ pot fi utilizate pentru a decide dacă trebuie, sau nu, să se înlocuiască toate elementele componente care au funcționat din momentul inițial t_i — ore (km) de exploatare, prin altele noi, de același tip.

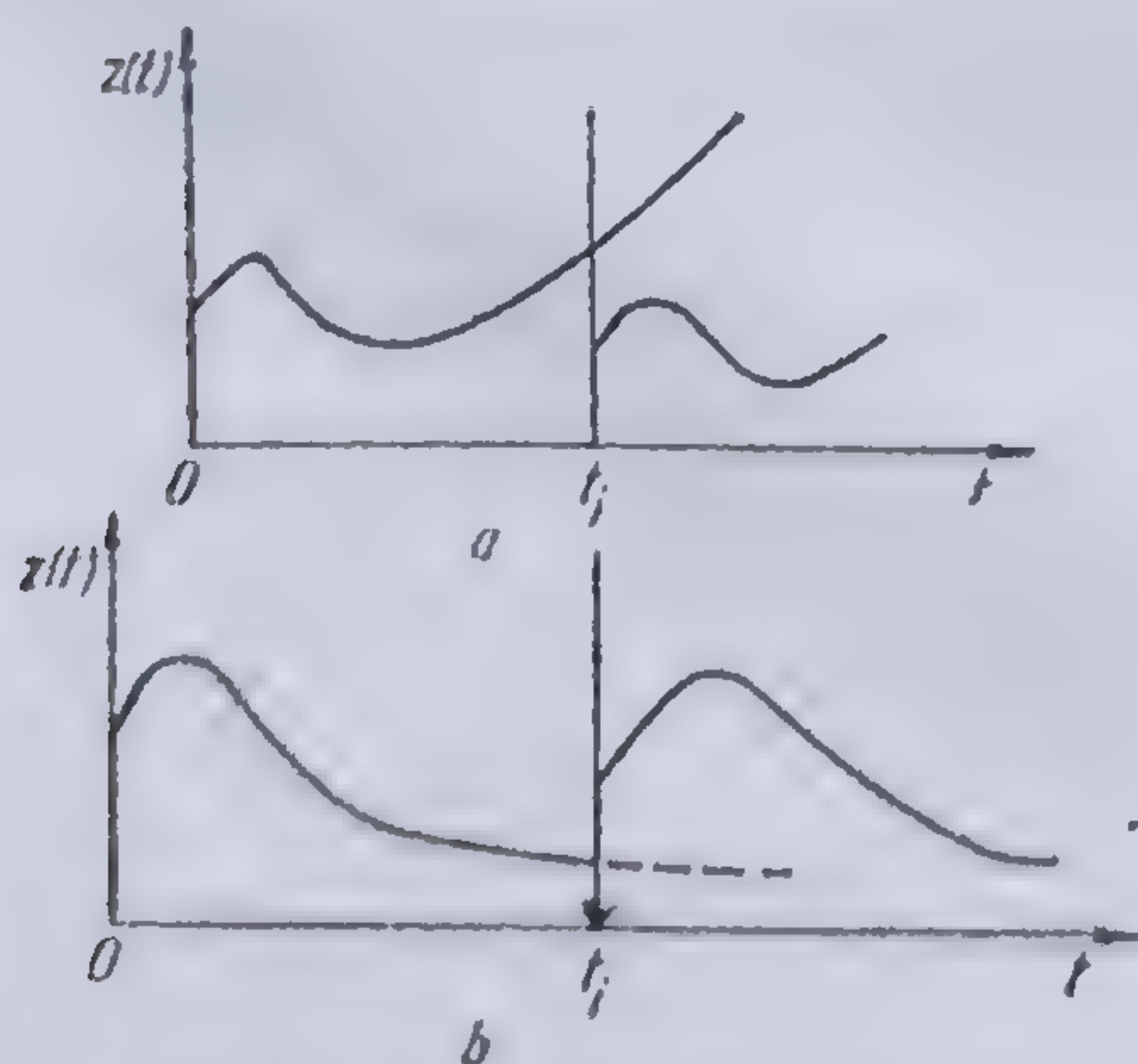


Fig. 2.3. Luarea deciziei de îmbunătățire a fiabilității produsului în funcție de variația lui $z(t)$.

Evident, că această înlocuire este indicată numai în cazul când $z(t)$ este strict crescătoare (fig. 2.3, a). Înlocuirea în cazul când $z(t)$ este descrescătoare, duce la creșterea intensității defecțiunilor (fig. 2.3, b).

În literatura de specialitate se consideră intensitatea defecțiunilor, numai pentru perioada de funcționare normală (de viață utilă), perioada inițială neluându-se în considerare.

Intensitatea de defectare pentru elemente de același tip și având aceeași construcție, chiar în regimuri de lucru și condiții de mediu ambiant identice, variază în limite largi, valoarea ei depinzând de calitatea materialelor, tehnologia și natura producției etc.

Legi de repartiție uzuale în estimarea fiabilității automobilelor. Legile de repartiție cele mai des întâlnite, în studiul și analiza fiabilității automobilelor, sînt:

- legea de repartiție exponențială;
- legea de repartiție normală;
- legea de repartiție lognormală;
- legea de repartiție Weibull.

Alegerea legii teoretice de repartiție a defectelor — operație extrem de dificilă — dar foarte importantă — se face pe baza informațiilor obținute cu privire la modificările ce au loc în interiorul componentelor (elementelor), înainte de apariția defectărilor și studiul în continuare a proceselor de apropiere de defectare.

În cadrul fiecărei legi de repartiție, se vor stabili expresiile pentru următorii indicatori: funcția de fiabilitate, funcția de repartiție a timpului de funcționare, densitatea de probabilitate a timpului de funcționare, intensitatea de defectare, media timpului de bună funcționare, dispersia timpului de funcționare, abaterea medie pătratică a timpului de funcționare.

Legea de repartiție exponențială. În aplicarea acestei legi se pleacă de la ipoteza că, probabilitatea de defectare în orice interval Δt este proporțională cu lungimea intervalului, nedepinzînd de timpul scurs de la punerea în funcție, ci doar de buna funcționare pînă în acel moment, adică:

$$z(t) = \lambda = \text{const.},$$

care dacă se introduce în expresia generală a funcției de fiabilitate (2.12) se obține:

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda dt} = e^{-\lambda t} \quad (2.19)$$

Funcția de repartiție a timpului de funcționare va fi:

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (2.20)$$

Densitatea de probabilitate a timpului de funcționare se obține prin diferențierea funcției $F(t)$, deci:

$$f(t) = \frac{d}{dt} (1 - e^{-\lambda t}) = \lambda e^{-\lambda t}. \quad (2.21)$$

Media timpului de bună funcționare rezultă din:

$$m = \int_0^{\infty} R(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = -\frac{1}{\lambda} \left| e^{-\lambda t} \right|_0^{\infty} = -\frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{e^{\infty}} - \frac{1}{e^0} \right) = \frac{1}{\lambda}. \quad (2.22)$$

Deci în cazul repartiției exponențiale MTBF este inversul intensității de defectare. Astfel, funcția de fiabilitate se mai poate scrie și cu indicatorul m :

$$R(t) = e^{-\frac{t}{m}} \quad (2.23)$$

Dispersia timpului de funcționare va fi:

$$D = \int_0^{\infty} (t - m)^2 f(t) dt = \int_0^{\infty} \left(t - \frac{1}{\lambda}\right)^2 \lambda e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda^2}, \quad (2.24)$$

iar abaterea medie pătratică a timpului de funcționare:

$$\sigma = \sqrt{D} = \frac{1}{\lambda} = m. \quad (2.25)$$

Graficele funcțiilor $R(t)$, $f(t)$ și $z(t)$ sînt indicate în figura 2.4.

În legătură cu repartiția exponențială este important să se rețină că utilizarea ei este indicată numai atunci cînd există motive temeinice de a neglija influența uzurii. Presupunerea că intensitatea de defectare $z(t)$ este constantă (λ), este echivalentă cu ipoteza că proprietățile fizico-chimice și mecanice ale materialelor sînt invariabile în timp. În realitate însă, aproape toate instalațiile tehnice suferă de uzură și îmbătrînesc.

Această lege de reparatiție s-a dovedit într-o bună concordanță cu rezultatele experimentale în cazul produselor electronice, unde asupra elementelor componente intervine mai puțin, sau deloc, procesul de uzură. Repartiția exponențială se poate aplica pentru evaluările de fiabilitate pentru unele utilaje tehnologice complexe, la care apar defecțiuni accidentale din cauza nerespectării documentației de fabricație.

Legea de repartiție normală. Repartizarea timpilor de funcționare în ambele sensuri, în jurul unei valori mediane se datorește multitudinii influențelor exterioare, condițiilor de producție variabile, chiar pentru același lot de produse, condițiilor diferite în care sînt exploatate elementele aceluiași lot. Acestei situații îi corespunde repartiția normală.

Densitatea de probabilitate a timpului de funcționare în cazul legii normale este dată de relația:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\theta}{\sigma}\right)^2}, \quad (2.26)$$

unde media timpului de funcționare θ , se calculează cu relația (2.17), iar abaterea medie pătratică a timpului de funcționare cu expresia:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \theta)^2}{N}}. \quad (2.27)$$

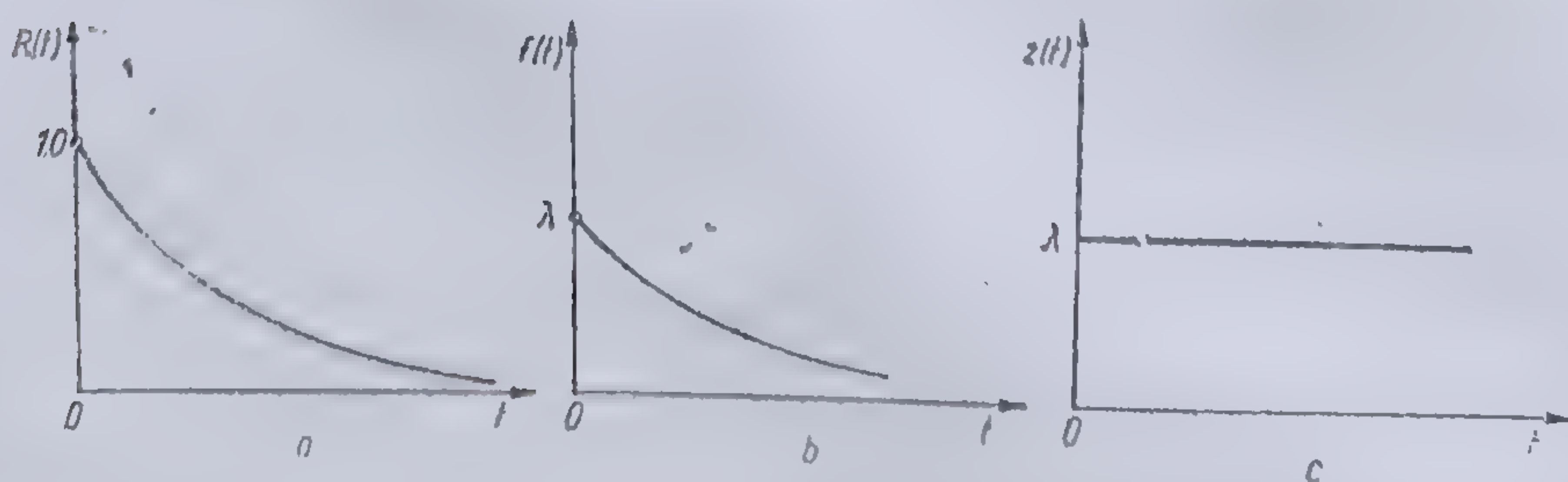


Fig. 2.4. Graficul funcțiilor pentru legea de repartiție exponențială.

Funcția de repartiție a timpului de funcționare este :

$$F(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\theta}{\sigma} \right)^2} dt, \quad (2.28)$$

iar funcția de fiabilitate reprezintă :

$$R(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\theta}{\sigma} \right)^2} dt. \quad (2.29)$$

Intensitatea de defectare se obține din relația :

$$z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\theta}{\sigma} \right)^2}}{\int_t^{\infty} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\theta}{\sigma} \right)^2} dt}. \quad (2.30)$$

Dispersia timpului de funcționare se calculează astfel :

$$D = \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \theta)^2}{N}, \quad (2.31)$$

iar media timpului de bună funcționare este identică cu θ .

Repartiția normală a timpului de funcționare fără defecțiuni se observă în cazul pieselor electronice și mecanice relativ simple, cu caracteristici de distrugere și deteriorare omogene (de exemplu, becurile electrice), executate în condițiile unui proces de producție stabil. De reținut că, în cazul defectării elementelor datorită uzurii, timpul de funcționare fără defecțiuni urmează o lege normală numai dacă, dispersia vitezei de uzură a elementelor este mică.

În figura 2.5 sînt reprezentate grafic funcțiile $R(t)$, $f(t)$ și $z(t)$ pentru $\sigma = 2$, $\sigma = 1$ și $\sigma = 0,5$.

Legea de repartiție lognormală. Uneori se constată că nu rezultatele obținute din evaluări de fiabilitate sînt repartizate normal, ci logaritmii

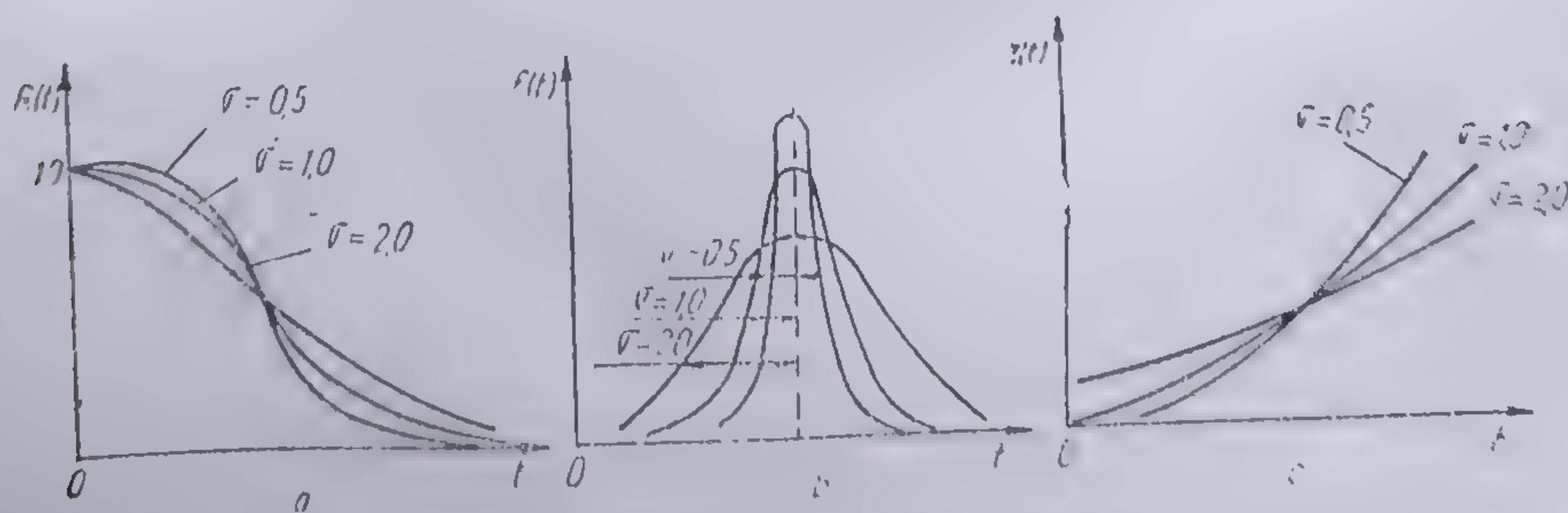


Fig. 2.5. Graficul funcțiilor pentru legea de repartiție normală.

acestor mărimi. În astfel de cazuri, se utilizează repartiția lognormală a cărei densitate se exprimă cu ajutorul relației:

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \theta}{\sigma}\right)^2} \quad (2.32)$$

Funcția de repartiție a timpului de funcționare în cazul legii lognormală este:

$$F(t) = \Phi\left(\frac{\ln t - \theta}{\sigma}\right), \quad (2.33)$$

unde $\Phi(t)$ este funcția Laplace de forma:

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du, \text{ iar } u = \frac{\ln t - \theta}{\sigma}$$

Funcția de fiabilitate are forma:

$$R(t) = \Phi\left(\frac{\theta - \ln t}{\sigma}\right), \quad (2.34)$$

iar intensitatea de defectare se calculează cu relația:

$$z(t) = \frac{\frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \theta}{\sigma}\right)^2}}{\Phi\left(\frac{\theta - \ln t}{\sigma}\right)}. \quad (2.35)$$

Media timpului de bună funcționare este dată de expresia:

$$m = e^{\left(\theta + \frac{\sigma^2}{2}\right)}. \quad (2.36)$$

Dispersia timpului de funcționare se calculează astfel:

$$D = e^{2\theta + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1), \quad (2.37)$$

iar abaterea medie pătratică a timpului de funcționare este:

$$\sigma = e^{\theta + \frac{\sigma^2}{2}} \sqrt{e^{\sigma^2} - 1}.$$

Graficele pentru funcțiile $R(t)$, $f(t)$ și $z(t)$ sînt reprezentate în figura 2.6 pentru $\sigma = 0,5, 1,0$ și $\theta = 1$, precum și pentru $\sigma = 0,5, 0,1$ și $\theta = 0$.

Legea de repartiție lognormală a defectelor s-a dovedit utilă, pentru cazul distrugerii elementelor prin oboseala materialelor, adică se pleacă de la ipoteza, care concordă cu realitatea, că logaritmul numărului de cicluri în funcție de sarcină, pînă la ruperea elementului dat, are o repartiție normală.

Legea de repartiție Weibull. În multe situații, defectiunile care apar nu se pot caracteriza prin nici una din legile de repartiție, prezentate mai înainte, deoarece ele sînt rezultatul unor repartiții de amestec, corespun-

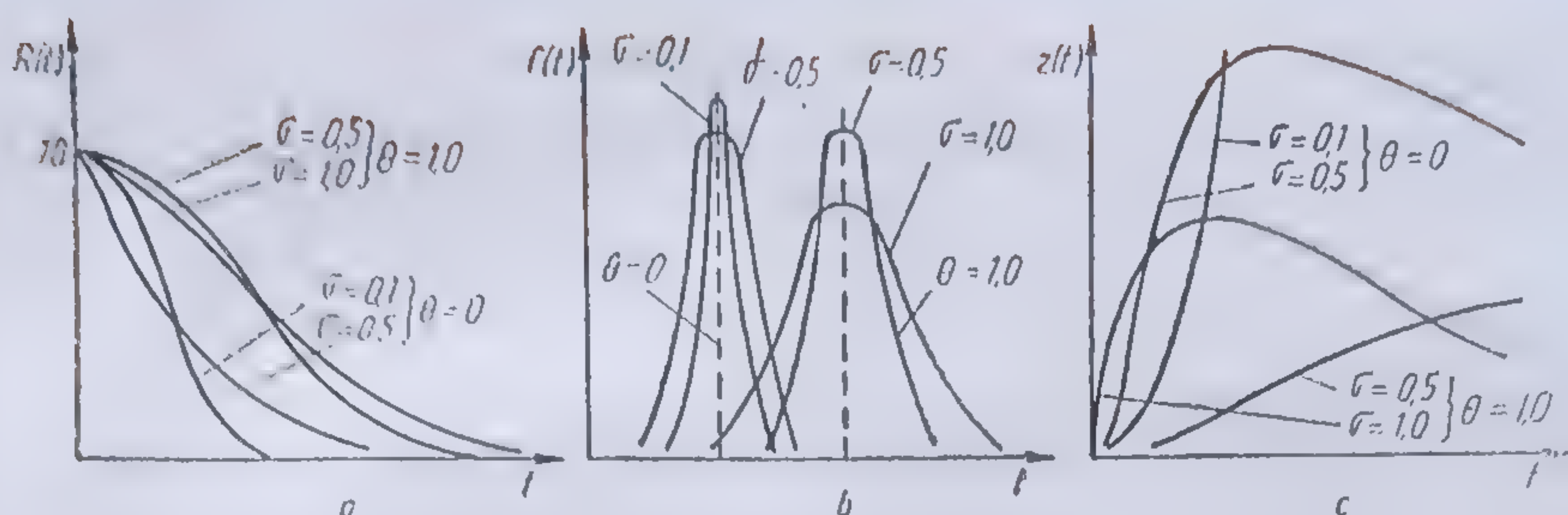


Fig. 2.6. Graficul funcțiilor pentru legea de repartiție lognormală.

zătoare faptului că unele elemente se pot găsi în uzură, în timp ce altele, nu și-au început încă viața utilă.

Pentru a caracteriza astfel de situații, Weibull propune, pentru probabilitatea funcționării fără defectare pînă în momentul t , adică pentru funcția de fiabilitate următoarea relație:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (2.39)$$

unde :

β este parametru de formă care determină forma repartiției;
 η — parametru de scară sau *viața caracteristică* a produsului;
 γ — parametru de poziție (locatie sau inițializare).

Funcția de repartiție a timpului de funcționare se scrie astfel:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (2.40)$$

iar prin diferențierea funcției $F(t)$ se obține densitatea de probabilitate a timpului de funcționare:

$$f(t) = \frac{d F(t)}{dt} = \left[\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta \right]^{-1} \cdot e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (2.41)$$

Intensitatea de defectare se obține cu relația:

$$z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (2.42)$$

Media timpului de bună funcționare se calculează astfel:

$$m = \int_0^\infty e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} dt = \gamma + \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right), \quad (2.43)$$

iar dispersia timpului de funcționare se determină din relația:

$$D = \eta^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right], \quad (2.44)$$

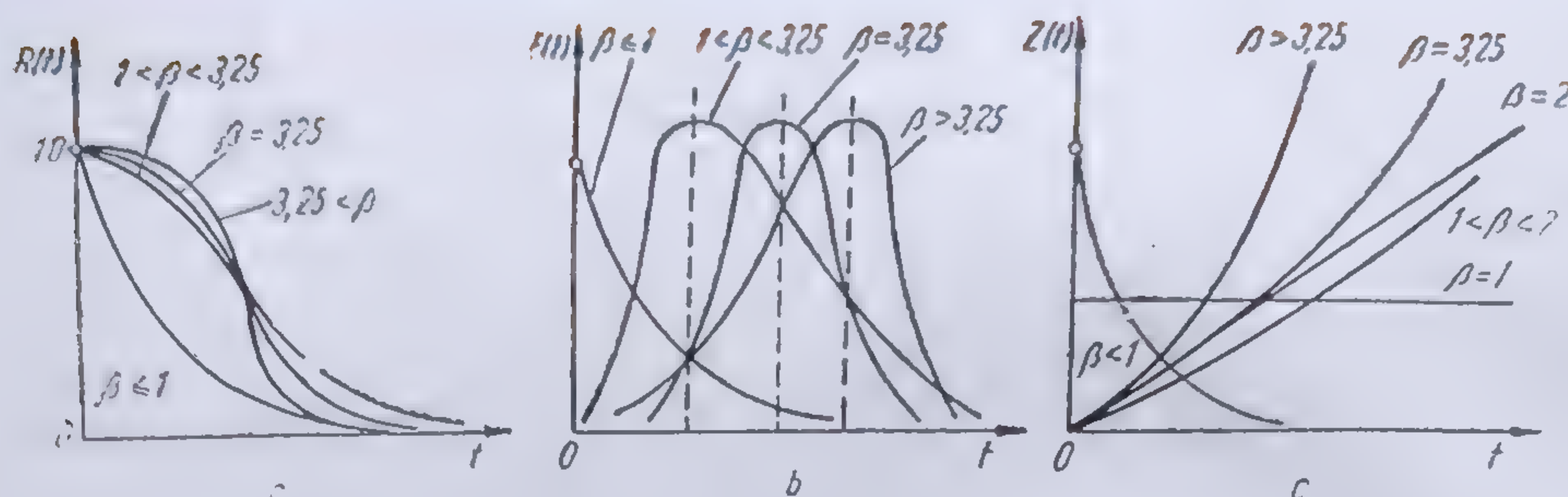


Fig. 2.7. Graficul funcțiilor pentru legea de repartiție Weibull.

de unde se obține abaterea medie pătratică a timpului de funcționare:

$$\sigma = \eta \sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}. \quad (2.45)$$

După cum s-a arătat mai înainte, β este un parametru de formă, care determină caracterul repartiției, fapt ce rezultă și din funcțiile $R(t)$, $f(t)$ și $z(t)$ reprezentate în figura 2.7. Astfel, din relația (2.39) se observă că pentru $\beta = 1$, legea Weibull, coincide cu legea exponențială.

Pentru $\beta > 1$, curba densității de probabilitate a timpului de funcționare este concavă și cu cât β este mai mare, graficul funcției are o alură de clopot mai pronunțată.

Pentru $\beta = 3,25$, legea Weibull coincide cu legea normală deci $f(t)$ are o repartiție simetrică față de m .

Pentru $\beta < 1$ curba densității de probabilitate a timpului de funcționare este descrescătoare, convexitatea ei accentuându-se pe măsură ce β devine mai mic.

Datorită faptului că asigură o mai bună concordanță cu datele experimentale, domeniul de aplicare al repartiției Weibull în teoria fiabilității este vast. Acest domeniu cuprinde procese de îmbătrânire, de uzură fizică, de natură aleatoare etc. Așa de exemplu, în situația în care la un echipament se descoperă defecțiuni ascunse, iar apoi un timp îndelungat nu suferă de *îmbătrânire*, probabilitatea defectării la început este foarte ridicată, după care se stabilizează în jurul unui nivel relativ constant. Funcția de fiabilitate $R(t)$ se aproximează bine, în acest caz, cu legea Weibull de parametru $\beta < 1$.

Dacă însă componentele observate se caracterizează prin absența defectelor ascunse, însă manifestă cu pregnanță pe măsura scurgerii timpului, fenomenul de îmbătrânire, intensitatea defectărilor crește monotom, iar funcția fiabilității se aproximează cu legea Weibull, cu parametrul $\beta > 1$.

Estimarea parametrilor constanți ai legii Weibull se face cu ajutorul diagramei Allan Plait reprezentată în figura 2.8.

Diagrama este construită prin efectuarea unor logaritmări repetate asupra funcției de ne-fiabilitate $F(t)$ în condițiile $\gamma = 0$

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(t)} = \beta \ln t - \beta \ln \eta. \quad (2.46)$$

Dacă se notează: $y =$

$$= \ln \ln \frac{1}{1 - F(t)}, \quad x = \ln t$$

și $c = \beta \ln \eta$ se obține ecuația:

$$y = \beta x - c, \quad (2.47)$$

care se identifică cu o relație de tip linear, fapt ce permite reprezentarea printr-o dreaptă, într-un sistem de axe ortogonale convenabil alese.

Un punct în graficul Weibull are coordonatele:

pe abscisa notată cu $A \rightarrow t$;

pe ordonata notată cu $B \rightarrow F(t)$ în procente;

iar:

pe abscisa notată cu $a \rightarrow \ln t$;

pe ordonata notată cu $b \rightarrow \ln \ln \frac{1}{1 - F(t)}$.

Pentru a afla poziția abscisei $\ln t$, corespunzătoare frecvenței relative cumulate ale componentelor defectate $F(t)$, unde $y = 0$, se anulează ordonata în formă de logaritm, adică:

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(t)} = 0$$

de unde:

$$\ln \frac{1}{1 - F(t)} = 1 \text{ și } \frac{1}{1 - F(t)} = e,$$

$$\text{deci } F(t) = 1 - \frac{1}{e} = 1 - \frac{1}{2,7182} = 1 - 0,368 = 0,632,$$

Astfel, abscisa $\ln t$ se trasează la nivelul de 63,2% a defectărilor cumulate. Tot pentru această situație din (2.46) rezultă că:

$$\beta \ln t - \beta \ln \eta = 0$$

deci $t = \eta$,

adică punctul de intersecție între dreapta Weibull și abscisa $\ln t$ va da valoarea parametrului η pe diagrama Allan Plait. Pe aici va rezulta și semnificația fizică a parametrului de scară η , care va reprezenta viața caracteristică a produsului pentru un procent cumulat a defectărilor de 63,2%.

Poziția ordonatei în formă logaritmică pentru $x = 0$ se obține prin anularea lui $\ln t$, deci:

$$\ln t = 0, \text{ unde } t = 1.$$

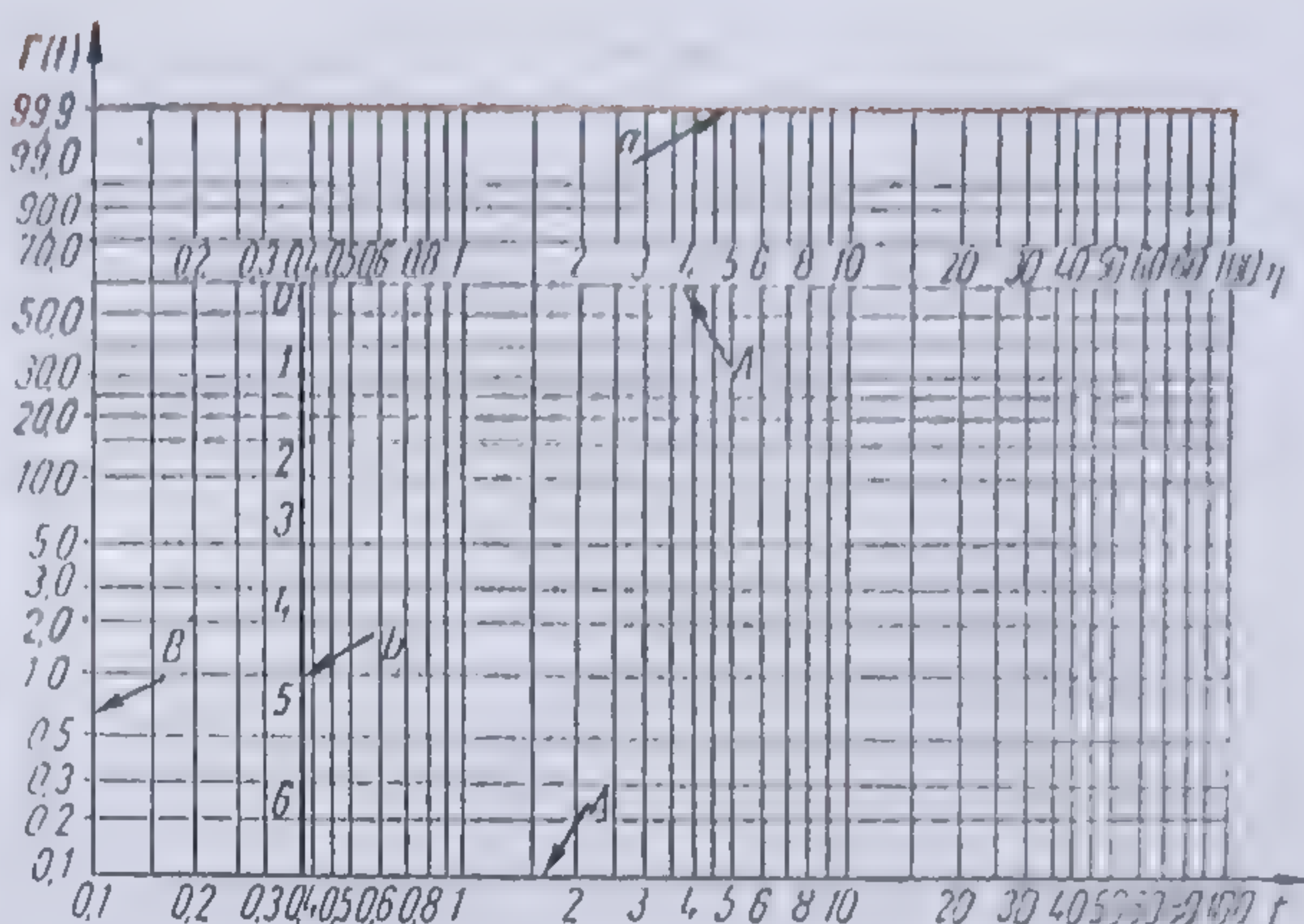


Fig. 2.8. Diagrama Allan Plait.

Din ecuația (2.47) rezultă că parametrul de formă β are semnificația pantei dreptei Weibull, din care cauză i se mai spune lui β și *pantă* în tehnica evaluărilor de fiabilitate.

Practic, pe diagrama Allan Plait, pe ordonată, se reprezintă frecvențele relative cumulate ale componentelor defectate (calculate cu relația 2.14 în procente) la momentele de timp t_1, t_2, \dots, t_n , momente de timp reprezentate pe abscisă (în loc de timp se trece în cazul evaluărilor de fiabilitate pentru automobile kilometri parcurși).

În continuare se prezintă modul de determinare a parametrilor legii de repartiție Weibull:

a) estimarea *parametrului de poziție* γ , care determină de fapt poziția curbelor în raport cu originea timpului, se face prin determinarea pe grafic a punctelor ce reprezintă momentele de timp în concordanță cu frecvențele relative corespunzătoare. Dacă punctele se aliniază după o dreaptă, parametrul γ este zero.

Dacă punctele nu se aliniază după o dreaptă, se pot ivi două situații:

1 — curba obținută să fie de forma celei din figura 2.9, situație ce se întâlnește în cazul în care sistemul tehnic observat se află la sfârșitul perioadei de rodaj;

2 — curba obținută să aibă forma din figura 2.10, situație ce se întâlnește în cazul când produsele supuse observării au înaintea începerii observației un oarecare grad de uzură.

Pentru a obține și în aceste situații o linie dreaptă, pe grafic se efectuează schimbarea de variabilă:

$$T = t - \gamma, \text{ respectiv } T = t + \gamma.$$

Acest lucru reprezintă de fapt o translare spre stînga sau spre dreapta a curbei, fapt ce se realizează prin scăderea sau adunarea (în funcție de forma curbei), unei anumite valori la un număr de 5—6 puncte de pe curbă. Datorită faptului că diagrama este de scară logaritmică punctele rezultate se aliniază pe o dreaptă.

Valoarea lui γ se poate citi direct pe grafic după efectuarea operației de translare a curbei sau se estimează printr-o formulă de interpolare de forma:

$$\gamma = \frac{t_1 \cdot t_3 - t_2^2}{(t_1 + t_3) - 2t_2}, \quad (2.48)$$

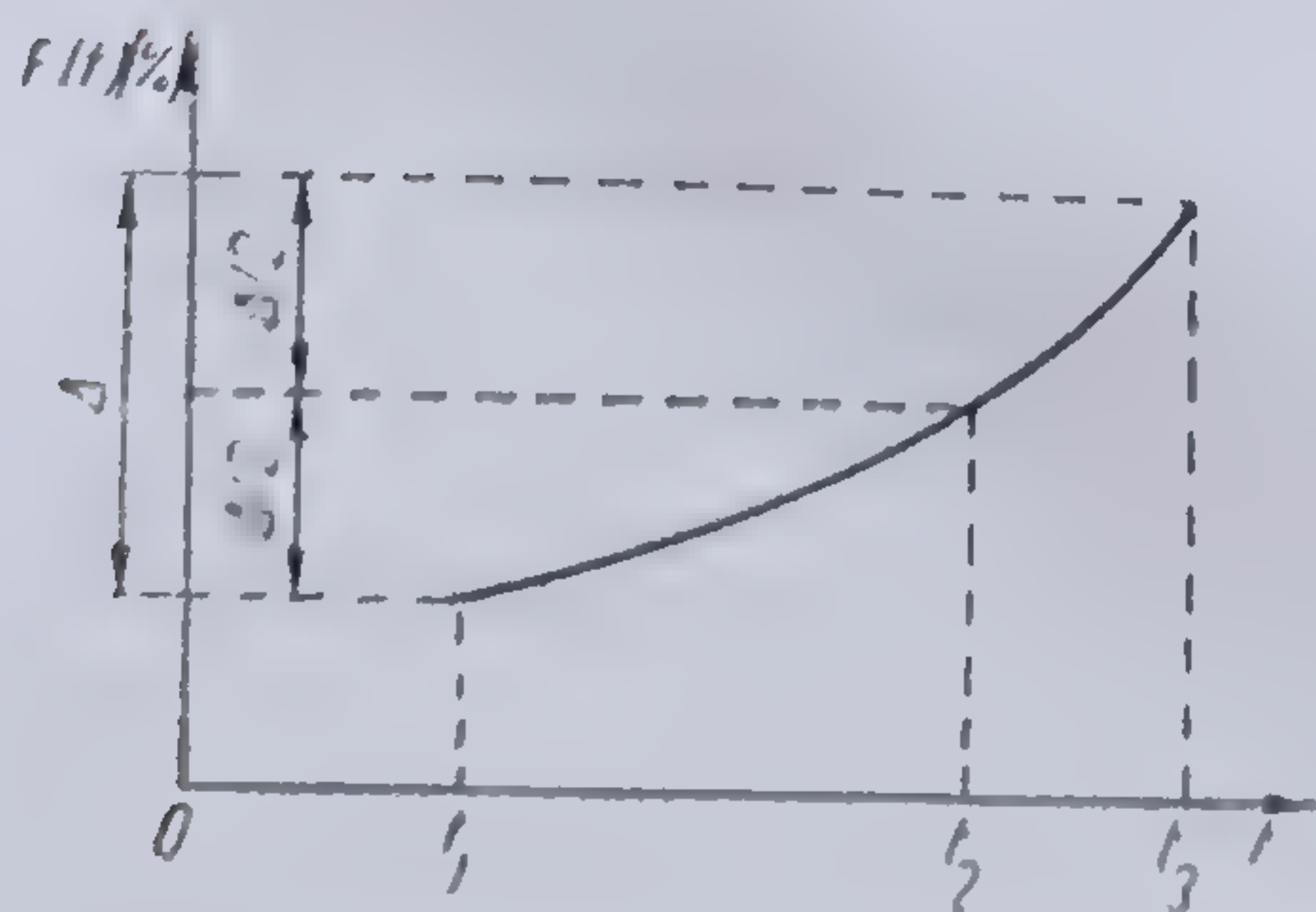


Fig. 2.9. Estimarea parametrului γ după perioada de rodaj.

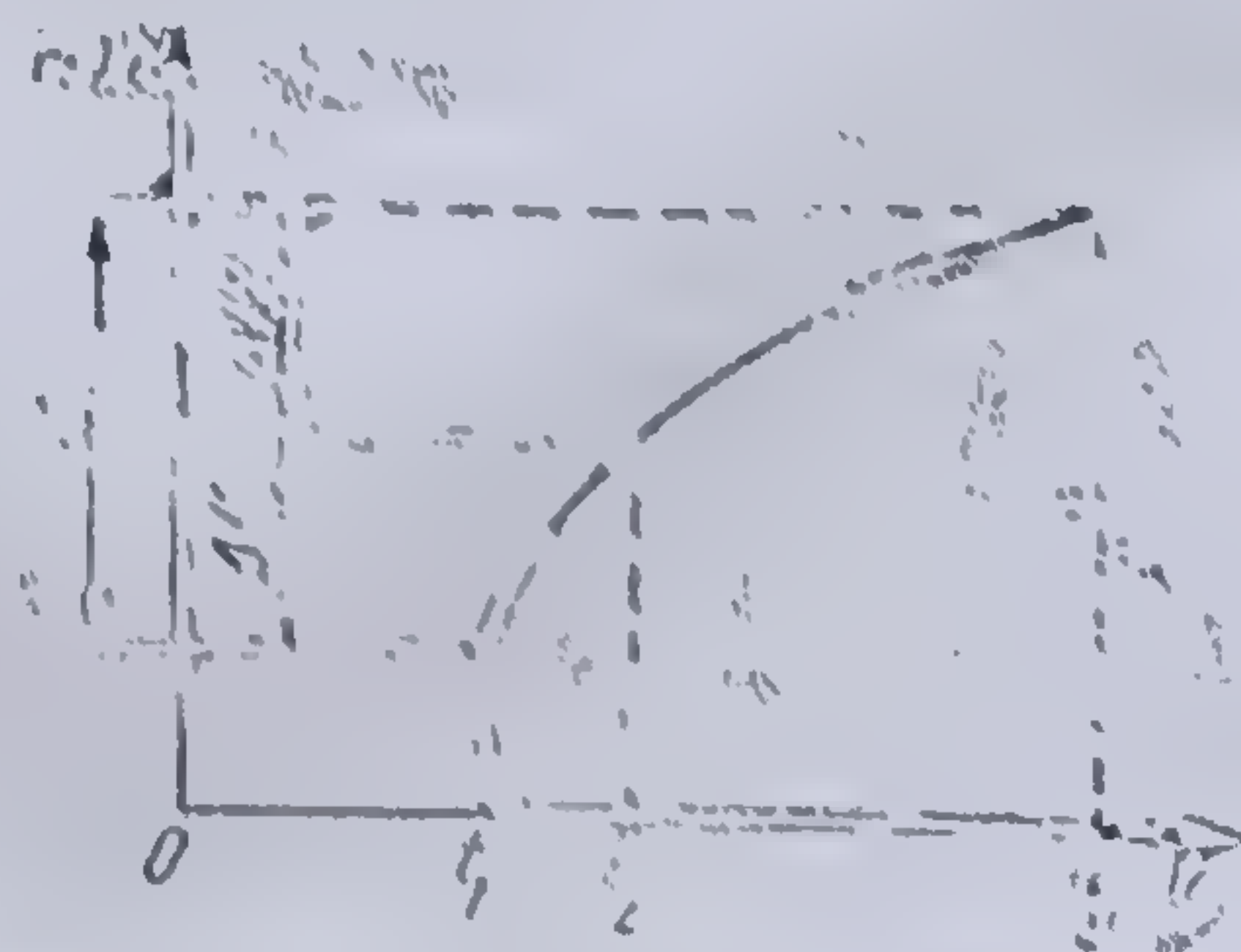


Fig. 2.10. Estimarea parametrului γ după o perioadă de uzură.

unde t_1 și t_3 reprezintă extremele curbei, iar t_2 abscisa punctului median al frecvențelor relative cumulate;

b) estimarea parametrului de scară η se face prin citirea pe linia η , care corespunde ordonatei 63%, a punctului în care se intersectează dreapta ce reprezintă valorile experimentale cu dreapta η ;

c) estimarea parametrului de formă β se efectuează prin trasarea unei paralele prin punctul de coordonate (1; 63%) la dreapta valorilor experimentale. Valoarea lui β se citește la intersecția acestei paralele cu dreapta b a cărei abscise este 0,37.

Teste de verificare a verosimilității legilor de repartiție utilizate în estimarea indicatorilor și funcțiilor de fiabilitate. Se știe că estimările statistice pot să conducă la rezultate mai apropiate de valoarea adevărată, pe măsură ce crește mărimea eșantionului. Numai situația practic imposibilă, în care s-ar încerca un număr infinit de exemplare dintr-un produs s-ar obține încredere 100%, sau certitudine totală că valoarea măsurată a lui m (media timpului de bună funcționare) coincide cu valoarea adevărată. Din această cauză, în orice situație practică, trebuie să se stabilească intervalele sau domeniile valorilor între care se știe (cu o probabilitate determinată de eșantionul de mărime finită), că se află valoarea adevărată a lui m .

Intervalele de încredere, asociate punctelor de estimare, se definesc prin noțiunile de limită inferioară de încredere L și limită superioară de încredere U .

Dacă de exemplu, se calculează limitele de încredere pentru o probabilitate de 95%, aceasta înseamnă că în 95% din cazuri este sigur că valoarea adevărată a lui m se află între aceste limite calculate sau, că 5% din cazuri ea se va afla în afara acestor limite. Dacă pentru o mărime dată a eșantionului se dorește să se aibă o certitudine de 99% că valoarea adevărată se află între anumite limite, atunci trebuie să fie mărită durata probelor (sau să se probeze un eșantion mult mai mare) dacă se urmărește ca probele să dureze tot atât.

În consecință, problema se reduce fie la a determina intervalul în interiorul căruia se află m cu o probabilitate dată și pentru o mărime dată a eșantionului, fie la a determina mărimea necesară a eșantionului pentru a asigura, cu o probabilitate dată, că m se află în acel interval.

În cazul repartiției exponențiale, la probele privind fiabilitatea se măsoară un singur parametru și anume m . Ceea ce se urmărește este să se stabilească limitele de încredere cu care se poate afirma că o estimare m corespunde mărimii adevărate a intervalului mediu între defecte, când m a fost obținut prin probe în care s-au observat r defecte. Unul dintre primele aspecte care trebuie precizate este riscul α , pentru care se acceptă, că m nu este în intervalul de încredere specificat. Matematic aceasta se exprimă în forma:

$$P(L \leq m \leq U) = 1 - \alpha, \quad (2.49)$$

care indică faptul că se asigură cu probabilitate $(1 - \alpha)$ că adevărata mărime a mediei timpului de bună funcționare se află între limitele inferioare și superioare de încredere specificate.

S-a constatat că raportul $2r$ (\hat{m}/m) are o distribuție χ^2 -pătrat cu $2r$ grade de libertate în cazul când probele prin care s-a obținut estimarea

m s-au terminat după apariția a r defecte. Pentru cazul exponențial, ecuația (2.49) poate fi scrisă în forma:

$$P\left(\frac{2r \hat{m}}{\chi_{\alpha/2; 2r}^2} \leq m \leq \frac{2r \hat{m}}{\chi_{1-\alpha/2; 2r}^2}\right) = 1 - \alpha, \quad (2.50)$$

prin care, pe baza numărului de defecte r , și a intervalului mediu între defecte estimat \hat{m} , se pot stabili limitele între care există o probabilitate $(1 - \alpha)$ să se afle valoarea reală a lui m . Expresiile: $\chi_{\alpha/2; 2r}^2$ și $\chi_{1-\alpha/2; 2r}^2$ dau valorile distribuției *hi-pătrat*, evaluate pentru punctele corespunzătoare limitelor, care pot fi extrase din tabele standard.

În afara determinării intervalului de încredere pentru indicatorii de fiabilitate estimați, este necesar să se verifice dacă ipotezele stabilite în privința apartenenței distribuției obținute în urma evaluărilor de rigoare, corespunde sau nu, legii de repartiție teoretice acceptată la începutul prelucrării datelor de observație. În acest sens, au fost elaborate teste de verificare bazate pe cunoașterea intervalelor de încredere pentru un parametru al unei repartiții teoretice.

Testul hi-pătrat este un procedeu general de verificare a concordanței între o repartiție empirică și o repartiție teoretică aleasă (presupusă).

În cazul acestui test, dacă numărul de parametri necunoscuți este l , se demonstrează faptul că expresiei:

$$\chi_{\text{calculat}}^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(n_j - np_j)^2}{np_j} (= \chi_c^2), \quad (2.51)$$

corespundă la limită o repartiție *hi-pătrat* cu $k - l - 1$ grade de libertate. În această relație n este numărul total de evenimente (de exemplu defecte), n_j numărul acestor evenimente în intervalul j , cu o probabilitate p_j , iar k numărul total de intervale în întregul domeniu de observație.

În acest caz:

- 1) se acceptă ipoteza H_0 , dacă $\chi_c^2 \leq \chi_{k-l-1; 1-\alpha}^2$;
 - 2) se respinge ipoteza H_0 (se acceptă H_1), dacă $\chi_c^2 > \chi_{k-l-1; 1-\alpha}^2$.
- Se observă că relația (2.51) se mai poate scrie:

$$\chi_c^2 = \sum_{j=1}^k \frac{n}{p_j} (\hat{p}_j - p_j)^2, \quad (2.52)$$

unde $\hat{p}_j = \frac{n_j}{n}$ este formulă folosită des în aplicații.

Din punct de vedere practic, aplicarea testului *hi-pătrat* nu este complicată, dar intervin în mod esențial o serie de elemente care influențează decizia de acceptare sau respingere a ipotezei nule. Unul dintre aceste elemente este stabilirea numărului de intervale (clase). În acest sens, există diferite recomandări printre care cele mai răspândite sînt următoarele:

1. După STAS 1722-65: $k \approx 1 + 3,322 \lg n$, unde n este numărul total al datelor de observație cu care se lucrează (de exemplu, numărul total al produselor defectate dintr-un eșantion).

2. După H. B. Mann, A. Wald și C. A. Williams: cind n este suficient de mare (de exemplu $n > 100$) se ia:

$$k \approx 4[0,75 (n - 1)^2]^{1/5}$$

3. După Hahn—Shapiro: pentru valori moderate ale lui n se alege întregul cel mai apropiat de $n/5$, adică:

$$k = \left[\frac{n}{5} \right], \left[\quad \right] = \text{partea întreagă.}$$

Testul lui Kolmogorov — Smirnov al ipotezei H_0 de obicei se referă la situația în care nu se poate specifica repartiția teoretică a variabilei aleatoare studiate. Se pune deci problema de a construi teste de verificare a ipotezei H_0 conform căreia funcția de repartiție a variabilei aleatoare X este $F_X(x)$.

În cazul verificării ipotezei făcută pentru repartiția Weibull testul Kolmogorov — Smirnov se utilizează după cum urmează:

— se determină punctul cel mai îndepărtat de dreapta Weibull pe diagrama Allan — Plait;

— se măsoară pe ordonată distanța d , între acest punct și dreapta Weibull;

— se compară valoarea d , cu valoarea mărimii $\frac{\lambda}{\sqrt{n}}$ rezultată din anexa I în funcție de numărul de defectări n și pragul de semnificație (nivelul de încredere) α adoptat, adică trebuie să se obțină următoarea inegalitate ca ipoteza privind repartiția Weibull să fie acceptată:

$$d < \frac{\lambda}{\sqrt{n}}. \quad (2.53)$$

Dacă se lucrează cu tabelul din anexa II atunci se calculează $\lambda_\alpha = d \sqrt{n}$, cu ajutorul căruia din anexa II se obține cifra $K(\lambda_\alpha)$. Pentru nivelul de încredere $(1 - \alpha)$ acceptat, ipoteza privind repartiția Weibull se verifică dacă:

$$d < 1 - K(\lambda_\alpha). \quad (2.54)$$

2.3. ORGANIZAREA ACTIVITĂȚII DE URMĂRIRE A FIABILITĂȚII AUTOMOBILELOR ÎN PROCESUL DE EXPLOATARE

Creșterea fiabilității în toate fazele realizării și utilizării produselor (a fiabilității preliminare, nominale și operaționale) presupune adoptarea unui program general bine conturat și definit, ca să fie posibilă exprimarea acestei calități a produselor în orice moment al vieții lor și de a interveni prompt, operativ, în vederea asigurării performanțelor ridicate în toată perioada de exploatare a automobilelor.

Programul de fiabilitate trebuie să asigure prin cele două concepte de bază: cuantificabilitatea și previzionabilitatea, determinarea cerințelor și nivelului de fiabilitate, modul de realizare a controlului și verificării fiabilității pe toată perioada de existență a produsului, măsurile

ce se impun pentru eliminarea operativă a deficiențelor constatate, analiza sub aspectul economic al realizării nivelului de fiabilitate impus din considerente tehnice și altele.

Avînd în vedere faptul că fiabilitatea unui automobil nu se adaugă, ci se concepe și se construiește în același timp cu produsul, și programul de studiu al fiabilității va trebui să se desfășoare paralel cu programul general industrial de dezvoltare și livrare a produsului respectiv, spre beneficiar.

Legătura între programul de producție și cel al fiabilității este foarte strînsă în toate etapele realizării și utilizării unui automobil. Astfel, în faza de documentare cînd sînt determinate caracteristicile funcționale și constructive principale ale unui viitor automobil vor fi stabiliți și indicatorii de fiabilitate printr-o sinteză a nivelului mondial existent la data respectivă la autovehicule de tip similar. În faza de studiu și proiectare vor fi determinate teoretic căile de realizare a indicatorilor de fiabilitate impuse prin tema de proiectare, corespunzător fiecărui element principal din construcția automobilului care asigură și în același timp și limitează fiabilitatea produsului respectiv. În timpul dezvoltării prototipului, paralel cu testarea performanțelor de dinamicitate și de economicitate ale automobilului, vor fi efectuate încercări și testări specifice de fiabilitate. În perioada de fabricație vor fi respectate toate măsurile tehnologice pentru a realiza fiecare piesă și subansamblu din automobil, la un înalt nivel de fiabilitate, în vederea ridicării valorii indicatorilor fiabilității disponibile. În final, în perioada de exploatare, cînd automobilul este pus în funcțiune de beneficiar, pe lîngă performanțele funcționale, trebuie asigurate și calități de fiabilitate la nivelul garanțiilor contractuale, iar pentru eliminarea unor puncte slabe, din comportarea produsului, cît și pentru ridicarea competitivității pe piață, trebuie realizat un sistem informațional, deosebit de complet și operativ, de la beneficiar spre producător.

În acest sens programul de fiabilitate trebuie să realizeze o serie de obiective:

— *realizarea unui produs care să satisfacă cerințele beneficiarului* care impune satisfacerea opțiunii și criteriului de preferință (studiu de marketing), etalonarea și compararea permanentă a automobilelor fabricate cu altele similare de la alte firme, analiza permanentă a posibilităților tehnologice și a calificării;

— *realizarea unui produs cu înalte calități de fiabilitate* care necesită: specificarea criteriilor de funcționare și nefuncționare, stabilirea cauzelor de funcționare incorectă, indicarea nivelului de fiabilitate în funcție de condițiile de exploatare ale automobilelor, menționarea costurilor de fiabilitate într-un cîmp rațional economic;

— *realizarea unor beneficii ridicate* prin reducerea costului total al automobilului datorită optimizării soluțiilor de ridicare a fiabilității sub aspectul economic, reducerea costurilor garanției și mentenanței corective.

Avînd în vedere, că un program de fiabilitate complet are o repercusiune determinantă asupra calității automobilului, el trebuie să definească următoarele:

- severitatea cerințelor;
- complexitatea proiectului;
- volumul producției;

- tehnicile de producție necesare;
- timpul și resursele disponibile.

În stabilirea programelor de fiabilitate este deosebit de însemnat de a pune în evidență importanța definirii, cât mai precis posibil, a obiectivelor menționate. O utilizare necorespunzătoare a unui automobil de obicei provine dintr-o:

- adoptare incorectă la condițiile de exploatare;
- greșeală de concepție a automobilului;
- calificarea necorespunzătoare a personalului de exploatare (în special a conducătorilor auto);
- lipsa unei întrețineri științifice.

Un atribut deosebit de important are, în cadrul programului, compartimentului de fiabilitate care trebuie să fie direct subordonat conducerii întreprinderii. Acest compartiment, prin conducerea întreprinderii, va îndeplini sarcina de realizare a calității produsului prin coordonarea programului din cadrul sectoarelor de proiectare-dezvoltare, tehnologie, producție, cooperare etc.

Componenta compartimentului de fiabilitate trebuie să asigure încercarea, evaluarea și previziunea fiabilității automobilelor, deci trebuie să fie constituit din cadre de specialitate de laborator și informatică, iar pentru îndeplinirea sarcinilor înscrise în programul de fiabilitate să dispună de o dotare tehnico-materială adecvată. Astfel, sînt necesare să fie organizate: laboratoare și poligoane de încercări, instalații și utilaje specifice pentru încercări de fiabilitate, grupe sau eventual numai un delegat de la unitățile service interne și externe pentru culegere de informații privind fiabilitatea automobilelor aflate în exploatare etc.

Toate aceste activități pe lângă realizarea programului de fiabilitate concret, pentru un anumit produs (evidențiate în tab. 2.1), vor fi și prețioase mijloace în crearea și îmbogățirea permanentă a băncii de date și informații privind teoria și practica fiabilității automobilelor și a agregatelor sale. Toate aceste informații concentrate în banca de date de fiabilitate, trebuie folosite pentru dezvoltarea programului și pentru eventuale contribuții la analiza teoretică a fiabilității în general.

În banca de date se mai introduc și performanțele realizate de autovehicule asemănătoare, realizate de alte întreprinderi, în vederea efectuării comparațiilor și adoptării soluțiilor optime și moderne.

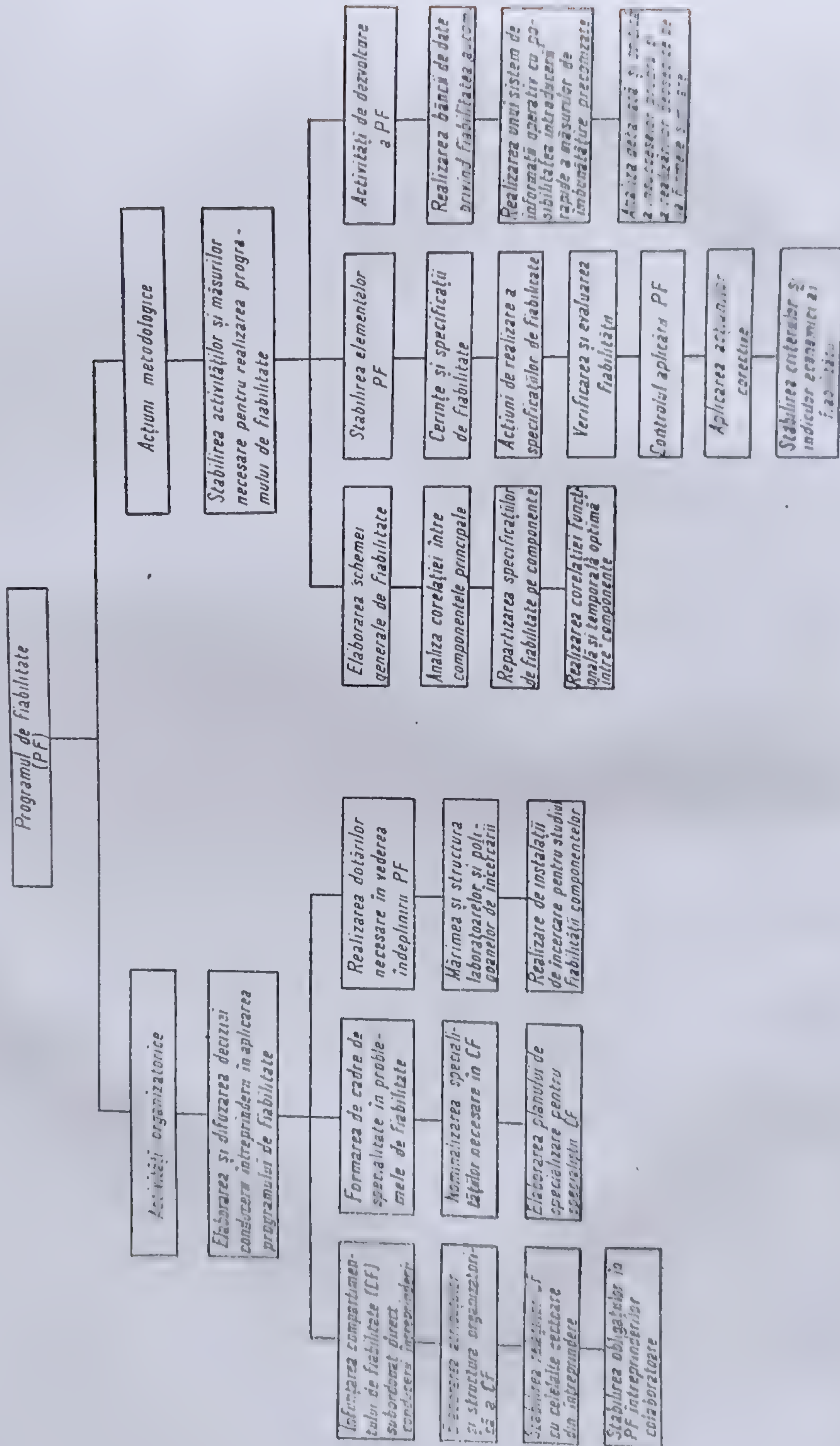
Atribuțiile principale ale compartimentului de fiabilitate sînt următoarele:

- organizarea și aplicarea programului de fiabilitate;
- evaluarea fiabilității prin control, încercări, probe, culegere de date din exploatare și din activitatea de mentenanță;
- analiza informațiilor obținute și selectarea lor pentru a fi introduse în banca de date;
- dezvoltarea fiabilității, mentenabilității și a eficacității produselor prin folosirea datelor și informațiilor obținute pe cale teoretică și experimentală;
- elaborarea de recomandări, propuneri și măsuri corective pentru îmbunătățirea fiabilității;
- stabilirea criteriilor economice și juridice de aplicare a fiabilității și determinarea costului lor.

Din cele menționate mai înainte rezultă că, elaborarea și traducerea în viață a unui program de fiabilitate implică realizarea a două laturi

Tabelul 2.1

COMPONENTELE UNUI PROGRAM GENERAL DE FIABILITATE



principale ale problemei și anume: o latură care privește aspectul organizatoric și o latură care evidențiază măsurile metodologice necesare.

Realizarea, urmărirea și corectarea nivelului de fiabilitate în construcția și exploatarea automobilelor. După cum rezultă din cele arătate mai înainte, un program de fiabilitate corelat cu fiecare fază de existență a produsului, trebuie să conțină următoarele elemente:

- cerințe și indicatori de fiabilitate în mod detaliat pentru fiecare agregat și ansamblu în parte, precum și pentru întregul automobil;

- căi și acțiuni în vederea realizării efective a cerințelor și indicatorilor de fiabilitate;

- evaluarea fiabilității în toate fazele principale de existență a automobilului și în special în faza de prototip și în faza de exploatare;

- urmărirea rezultatelor la introducerea măsurilor pentru aplicarea indicatorilor și a cerințelor de fiabilitate stabilite;

- analiza și măsurile corective de fiabilitate;

- criterii și indici economici pentru aprecierea oportunității introducerii unor cerințe tehnice noi privind ridicarea fiabilității automobilelor.

Aplicarea din timp a acestor măsuri presupune o planificare specifică și exactă. Mai mult decât atât, deoarece sînt implicate numeroase servicii și un număr mare de colaboratori externi, este util să se stabilească în amănunt sarcinile ce trebuie rezolvate, răspunderile, termenele de realizare etc.

Pe baza programului de fiabilitate se pot stabili în mod detaliat, pentru fiecare compartiment în parte, un program de lucru în care sînt prevăzute instrucțiunile scrise pentru fiecare participant și măsurile de control care să asigure rezolvarea sarcinilor în mod corespunzător.

Stabilirea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate. În cazul fixării nivelului de fiabilitate la un nou tip de automobil sau numai la un agregat component al acestuia, în caietele de sarcini sau în tema de proiectare, nu este suficientă numai formularea sub aspectul general al calității dorite, ci este necesară o exprimare unitară și pe cît posibil în termeni cantitativi a cerințelor de fiabilitate, altfel, nu se pot stabili cu precizie responsabilitățile și nici activitatea de verificare și de urmărire nu se poate organiza în mod corespunzător.

Fixarea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate trebuie să aibă loc într-o deplină concordanță cu destinația și cu condițiile de exploatare ale automobilului din care rezultă nivelele de solicitare dinamică pentru piesele principale, iar legat de acestea, efectuarea calculelor de dimensionare într-o deplină corelație cu aceste tipuri de solicitări.

Avînd în vedere că, fiabilitatea generală a unui automobil este dată de fiabilitatea elementelor componente, este deosebit de important de a realiza schema generală de dispunere a agregatelor din punct de vedere fiabilistic, prin aceasta putînd stabili cu mai multă corectitudine nivelele de siguranță în funcționare pentru fiecare agregat, mecanism și piesă în parte, în funcție de locul pe care îl ocupă elementul respectiv în schema de lucru.

În cazul stabilirii cerințelor și indicatorilor de fiabilitate este util de a se evidenția și pretențiile de mentenabilitate, fiind cunoscut faptul că, la agregatele unui automobil fiabilitatea operațională ridicată se poate realiza și prin asigurarea unor condiții bune de mentenanță, prevăzută chiar din proiectare și aplicată în mod consecvent în perioada de exploatare.

principale ale problemei și anume: o latură care privește aspectul organizatoric și o latură care evidențiază măsurile metodologice necesare.

Realizarea, urmărirea și corectarea nivelului de fiabilitate în construcția și exploatarea automobilelor. După cum rezultă din cele arătate mai înainte, un program de fiabilitate corelat cu fiecare fază de existență a produsului, trebuie să conțină următoarele elemente:

- cerințe și indicatori de fiabilitate în mod detaliat pentru fiecare agregat și ansamblu în parte, precum și pentru întregul automobil;

- căi și acțiuni în vederea realizării efective a cerințelor și indicatorilor de fiabilitate;

- evaluarea fiabilității în toate fazele principale de existență a automobilului și în special în faza de prototip și în faza de exploatare;

- urmărirea rezultatelor la introducerea măsurilor pentru aplicarea indicatorilor și a cerințelor de fiabilitate stabilite;

- analiza și măsurile corective de fiabilitate;

- criterii și indici economici pentru aprecierea oportunității introducerii unor cerințe tehnice noi privind ridicarea fiabilității automobilelor.

Aplicarea din timp a acestor măsuri presupune o planificare specifică și exactă. Mai mult decât atât, deoarece sînt implicate numeroase servicii și un număr mare de colaboratori externi, este util să se stabilească în amănunt sarcinile ce trebuie rezolvate, răspunderile, termenele de realizare etc.

Pe baza programului de fiabilitate se pot stabili în mod detaliat, pentru fiecare compartiment în parte, un program de lucru în care sînt prevăzute instrucțiunile scrise pentru fiecare participant și măsurile de control care să asigure rezolvarea sarcinilor în mod corespunzător.

Stabilirea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate. În cazul fixării nivelului de fiabilitate la un nou tip de automobil sau numai la un agregat component al acestuia, în caietele de sarcini sau în tema de proiectare, nu este suficientă numai formularea sub aspectul general al calității dorite, ci este necesară o exprimare unitară și pe cît posibil în termeni cantitativi a cerințelor de fiabilitate, altfel, nu se pot stabili cu precizie responsabilitățile și nici activitatea de verificare și de urmărire nu se poate organiza în mod corespunzător.

Fixarea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate trebuie să aibă loc într-o deplină concordanță cu destinația și cu condițiile de exploatare ale automobilului din care rezultă nivelele de solicitare dinamică pentru piesele principale, iar legat de acestea, efectuarea calculelor de dimensionare într-o deplină corelație cu aceste tipuri de solicitări.

Avînd în vedere că, fiabilitatea generală a unui automobil este dată de fiabilitatea elementelor componente, este deosebit de important de a realiza schema generală de dispunere a agregatelor din punct de vedere fiabilistic, prin aceasta putînd stabili cu mai multă corectitudine nivelele de siguranță în funcționare pentru fiecare agregat, mecanism și piesă în parte, în funcție de locul pe care îl ocupă elementul respectiv în schema de lucru.

În cazul stabilirii cerințelor și indicatorilor de fiabilitate este util de a se evidenția și pretențiile de mentenabilitate, fiind cunoscut faptul că, la agregatele unui automobil fiabilitatea operațională ridicată se poate realiza și prin asigurarea unor condiții bune de mentenanță, prevăzută chiar din proiectare și aplicate în mod consecvent în perioada de exploatare.

Astfel, fixarea obiectivelor generale de fiabilitate necesită exprimarea fiabilității în termeni cantitativi, în corelație cu condițiile de exploatare în care se va realiza aceasta. În unele cazuri beneficiarul fixează indicatorii și cerințele în formă numerică, iar proiectantul este solicitat să realizeze aceste obiective. În cazurile în care beneficiarul nu fixează nici un obiectiv, îi revine producătorului obligația să fixeze cerințele și indicatorii de fiabilitate și să le comunice tuturor celor interesați.

Indicatorii de fiabilitate pot fi exprimați prin numeroase funcții și parametri. Cele mai obișnuite sînt: funcția de fiabilitate, densitatea de probabilitate a timpului de funcționare, intensitatea de defectare, durata medie de funcționare, media timpului de bună funcționare, media timpului de reparare, disponibilitatea etc.

Cerințele de fiabilitate ce vor însoți indicatorii enumerați mai înainte se vor referi la următoarele aspecte:

- modul în care se poate asigura protecția împotriva agenților externi și diminua efectul lor negativ;

- precizarea cerințelor de mentenanță preventivă și corectivă din care va rezulta tehnologia operațiilor de mentenanță, organizarea unităților service și a întreprinderilor de reparații;

- modul în care trebuie aplicate standardele și normele pentru toate etapele de realizare a automobilului, în scopul utilizării cu maximă eficiență a elementelor tipizate și cu o verificare îndelungată în exploatare;

- enunțarea cerințelor economico-legale clare, în vederea respectării tuturor clauzelor contractuale privind realizarea automobilului cu referiri precise privind parametrii de fiabilitate.

Realizarea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate. Etapele principale în care se realizează fiabilitatea unui automobil sînt: proiectare-dezvoltare și fabricație (tab. 2.2). Astfel, în etapele respective, trebuie depistate toate componentele critice care contribuie, în mod decisiv, la fiabilitatea produsului în ansamblu.

În etapa de proiectare-dezvoltare se disting trei faze, fiecare dintre ele avînd sarcini concrete și precise în realizarea fiabilității preliminare a produsului. Aceste faze sînt: studiul soluțiilor de proiectare în concordanță cu indicatorii de fiabilitate impuși; realizarea proiectului prin alegerea soluțiilor optime privind cerințele de fiabilitate; verificarea soluțiilor adoptate prin încercarea prototipului și efectuarea schimbărilor necesare în proiect, pentru finalizarea construcției preconizate.

În cazul în care, în etapa de studiu a soluțiilor de proiectare și de realizare a proiectului, fiabilitatea dorită nu se poate asigura, proiectantul trebuie să utilizeze una sau mai multe din următoarele metode:

- 1 — găsirea unor componente sau soluții *mai bune* în ceea ce privește fiabilitatea;

- 2 — simplificarea proiectului pentru a utiliza *mai puține* componente dacă aceasta este posibil, fără a influența performanțele funcționale ale automobilului;

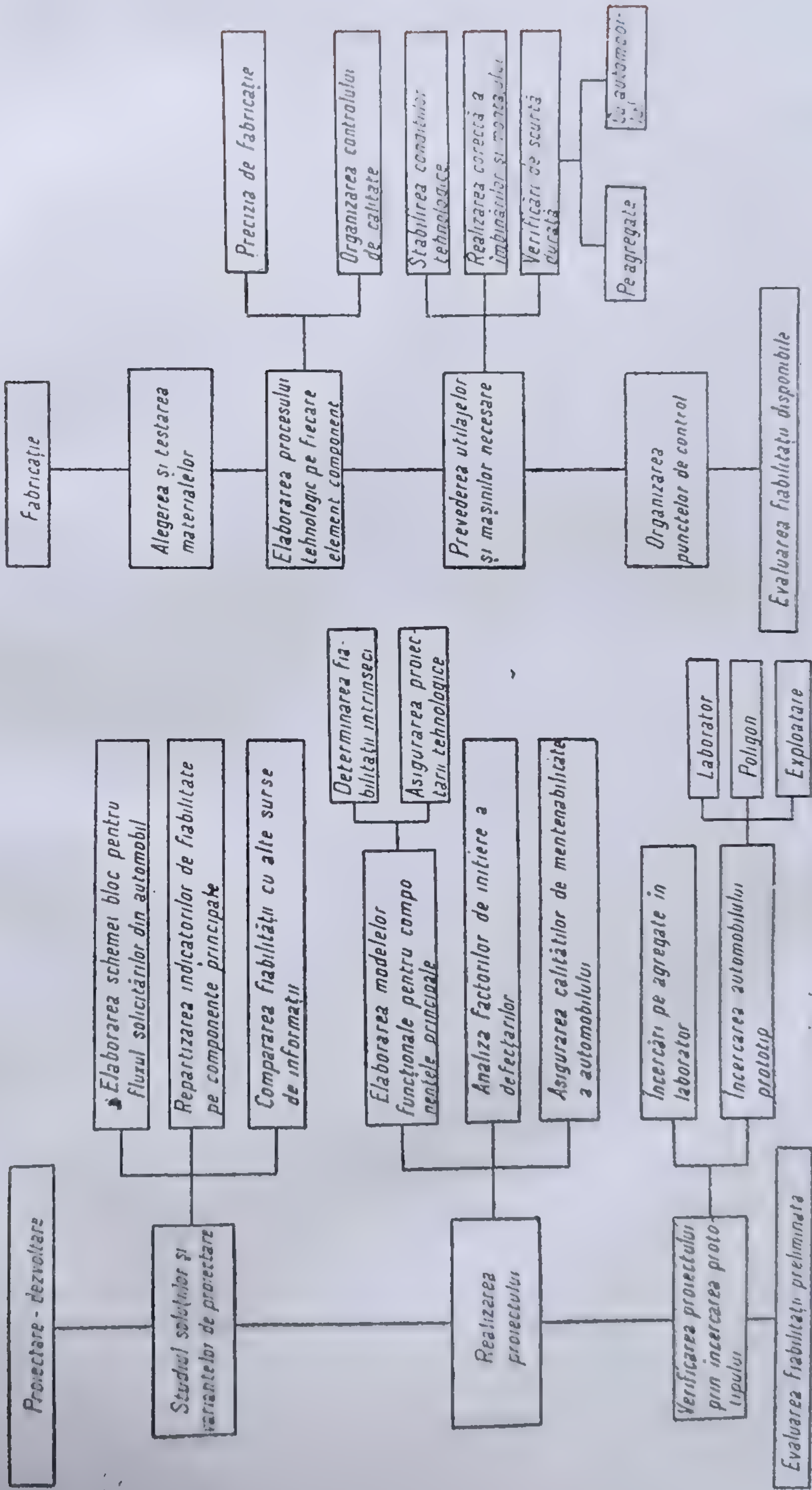
- 3 — aplicarea unor metode de creștere a fiabilității componentelor pentru a *diminua* intensitatea de defectare;

- 4 — folosirea unor redondanțe dacă soluțiile de la punctele 1, 2 și 3 *nu conduc* la obținerea unor densități acceptabile ale defectărilor.

În timpul realizării fizice a modelului funcțional, sau prototipului, se pot revedea soluțiile adoptate anterior și aduce corecturile necesare proiectului, în punctele unde se cere acest lucru. Această verificare este deo-

Tabelul 2.2

ACȚIUNI ÎN VEDEREA REALIZĂRII NIVELULUI DE FIABILITATE STABILIT



sebit de importantă deoarece, pe măsura executării pieselor și efectuării lucrărilor de montaj, pot fi detectate mai bine părțile slabe ale produsului sau mai puțin studiate în faza de proiect.

Scopul principal al etapei de verificare a prototipului este de a confirma realizarea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate impuși la automobilul proiectat și nicidecum de a iniția măsuri corective. Modificările care vor fi efectuate trebuie foarte bine justificate și vor viza în special punctele critice ale proiectului care nu au fost posibil de prevăzut în faza de proiectare din cauza lipsei de date.

Din datele încercărilor efectuate pot fi desprinse următoarele elemente:

- dacă soluțiile tehnice preconizate asigură, sau nu, cerințele și indicatorii de fiabilitate impuse;

- evidențierea clară a punctelor critice din construcția automobilului și măsurile corective întreprinse în proiectul respectiv;

- evaluarea solicitărilor la piesele principale și corespondența lor cu cele stabilite în calculele de proiectare; se va preciza în special natura solicitărilor: statice, dinamice, legea lor de variație etc.;

- tehnologia și tehnica de asamblare dacă este bine concepută;

- modul cum se realizează aplicarea măsurilor de mentenanță, dacă din acest punct de vedere proiectul prezintă slăbiciuni.

În etapa de fabricație trebuie realizat, prin respectarea tuturor indicațiilor de calitate, fiabilitatea disponibilă a automobilului sau a agregatelor sale, prin participarea efectivă a tuturor compartimentelor interesate ale întreprinderii la alegerea și testarea materialelor, la elaborarea și respectarea procesului tehnologic pe fiecare element component și printr-o organizare eficientă a punctelor de control.

Compartimentele, care concură la realizarea unui anumit produs din întreprindere, vor trebui, ca pe lângă măsurile corective ce le aduc reperiilor pe care le execută, să asigure și informarea compartimentului de fiabilitate operativ și permanent despre neajunsurile constatate.

Evaluarea indicatorilor de fiabilitate. În paragraful precedent s-au precizat modalitățile de efectuare a verificării proiectului și prototipului în așa fel ca, să fie certă realizarea cerințelor și indicatorilor de fiabilitate încă înainte de lansarea produsului în fabricația de serie. Totuși, chiar un proiect bun și verificat atent, poate avea o fiabilitate disponibilă scăzută, în cazul infiltrării unor surse de defectare în timpul procesului de fabricație. Pe de altă parte, chiar încercările foarte laborioase și deosebit de atente, de prototip, nu pot detecta toate scăpările sau erorile de proiectare mai ales la tipuri noi de automobile care nu au modele precedente similare. Apariția acestor greșeli are loc, îndeosebi, din cauza necunoașterii complete de către proiectant a condițiilor concrete de funcționare în diverse situații de exploatare. De asemenea, producătorul de automobile este interesat, în permanență, de lansarea pe piață a unor produse cu calități de fiabilitate ridicate în vederea controlului autoritar al concurenței cu alte firme similare.

În acest fel, verificarea și evaluarea fiabilității automobilelor este un proces continuu, care presupune o activitate permanentă și un flux de date fără întrerupere de la beneficiar spre producător. Actul cel mai important în verificarea și evaluarea fiabilității este culegerea de date, care trebuie să aibă un nivel de încredere ridicat pentru a nu deteriora

rezultatele evaluărilor realizate și a nu conduce astfel la luări de decizii eronate.

Datele culese vor fi supuse tratamentului statistic prin care vor fi calculați indicatorii de fiabilitate, precizați mai înainte, cu metodologia stabilită în acest sens.

Sursele de obținere a datelor necesare pentru evaluarea fiabilității automobilelor pot fi, funcție de durata de supraveghere, de două feluri:

— surse de date *din compartimentul propriu de asistență tehnică a întreprinderii*, organizat în perioada de garanție, când se urmărește, în special, îndeplinirea obligațiilor contractuale privind fiabilitatea automobilului numai pînă la încheierea acestei perioade;

— surse de date *din unitățile de exploatare a automobilelor*, din întreprinderile de reparații și întreținere (unități service), din reclamațiile și sesizările beneficiarilor, când se organizează urmărirea fiabilității automobilelor pînă la prima reparație capitală, respectiv casarea mijloacelor de transport.

Pentru a avea o informație completă asupra mecanismului producerii defectărilor și implicațiilor pe care le are asupra întregului ansamblu cercetat se va întocmi o fișă de urmărire care va conține datele precizate în exemplul dat în anexa III.

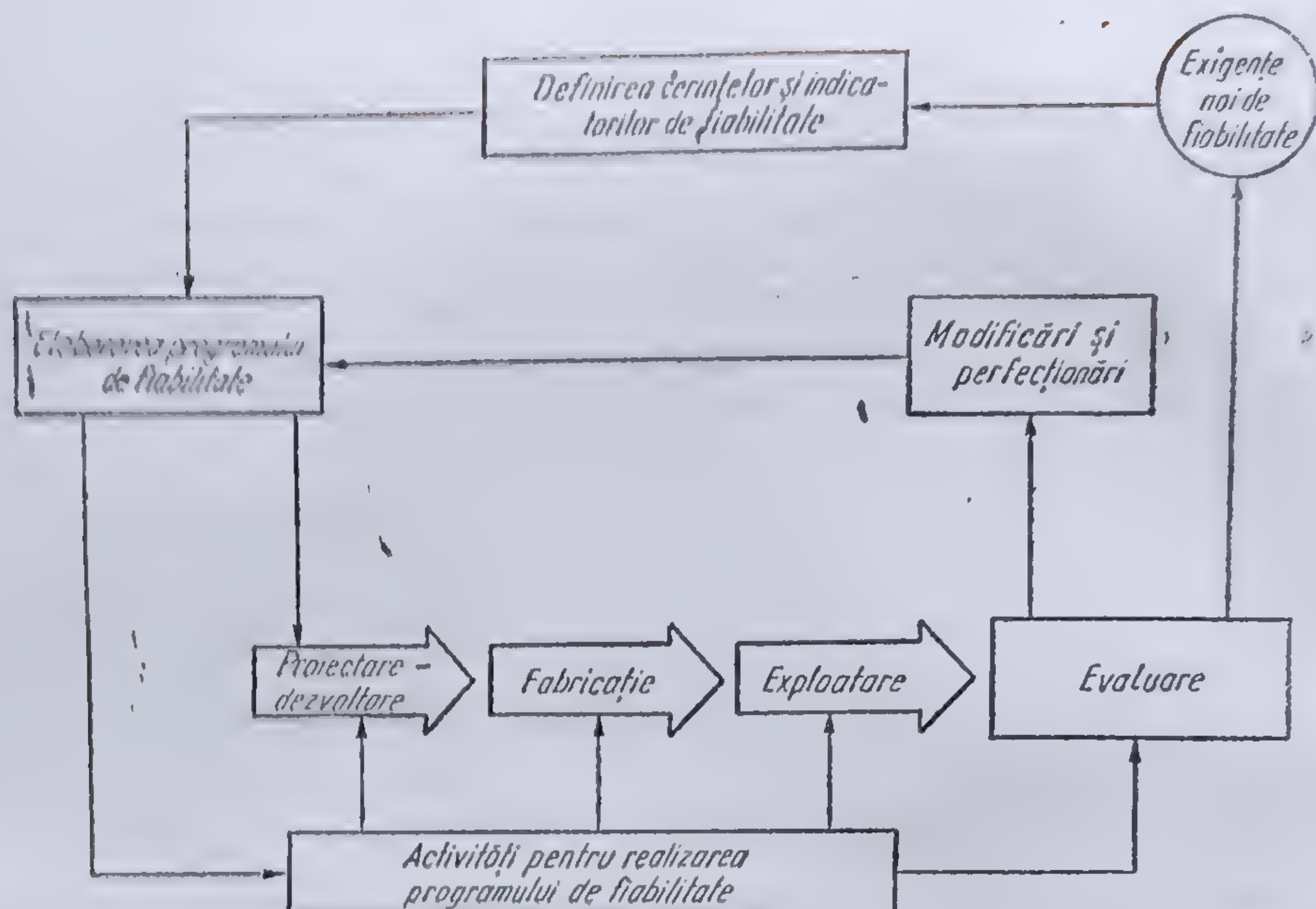
Controlul aplicării programului de fiabilitate. Controlul eficient se va realiza abia când s-a reușit să se obțină, pe un eșantion semnificativ, evaluări de fiabilitate la primele loturi de automobile fabricate în serie, când deja s-a pus la punct tehnologia de fabricație pentru condițiile normale de producție. În acest caz eșantionul de automobile urmărit, în exploatare, trebuie să dea răspuns în privința nivelelor de fiabilitate în condiții diferite de utilizare, specificate în caietele de sarcini sau normă internă. De asemenea, este deosebit de important de a selecta automobile, pentru eșantionul de urmărire, de la beneficiarii care au o exploatare intensă a mijloacelor de transport și care realizează parcursuri anuale ridicate. Prin aceasta, într-o perioadă relativ scurtă, se obțin date concludente asupra fiabilității operaționale a automobilelor. Este astfel posibil ca, într-un interval de timp redus, automobilele să ajungă la prima reparație capitală și deci, evaluările de fiabilitate să aibă o valoare deosebită pentru întreprinderile producătoare în vederea efectuării intervențiilor corective, în mod operativ, în compartimentele vizate.

Pentru a realiza această cerință, trebuie conceput un flux informațional eficient care să permită distribuirea rapidă, a constatărilor obținute, la compartimentele interesate din cadrul întreprinderii. În tabelul 2.3 este reprezentat un ciclu informațional și de activitate, în circuit închis, care permite trimiterea datelor obținute din evaluările în condiții de exploatare, direct la serviciile și secțiile interesate din întreprindere.

Compartimentul de fiabilitate trebuie să obțină o serie de date și informații, care să-i permită alcătuirea unei imagini clare, asupra fiabilității automobilului și despre măsurile ce trebuie întreprinse pentru înlăturarea deficiențelor constatate. În același timp, aceste date adunate și sistematizate, în mod corespunzător, vor servi ca ghiduri utile la concepția altor automobile, de tip similar, sau chiar pot contribui la dezvoltarea teoriei fiabilității și mentenabilității automobilelor. Aceste date pot fi grupate în:

— date pentru evaluarea indicatorilor de fiabilitate: MTBF, intensi-

Tabelul 2.3



tatea de defectare, densitatea de probabilitate a timpului de funcționare, funcția de fiabilitate etc.;

— date pentru evaluarea indicatorilor de mentenabilitate: MTR, disponibilitate, consum de piese de schimb etc.;

— date privind utilitatea organizării unor teste de fiabilitate în condiții de laborator, poligon și exploatare;

— date privind mecanismul de producere a defectărilor în funcție de durata de serviciu a automobilului.

Stabilirea criteriilor și indicilor economici ai fiabilității. Orice acțiune întreprinsă în direcția creșterii fiabilității autovehiculelor trebuie să fie corelată cu efortul economic necesar pentru realizarea automobilului. În acest fel, menținerea costului unui automobil, între limite raționale, pe baza unor criterii bine fundamentate necesită studiarea încă din faza proiectului inițial a condițiilor de realizare a unei fiabilități optime, fără a provoca însă cheltuieli neeconomice. Se va acorda o atenție deosebită realizării unei fiabilități ridicate a sistemelor și mecanismelor din automobil, care au o contribuție directă asupra realizării unei siguranțe mari în exploatare, pentru evitarea accidentelor rutiere din motive tehnice (de exemplu a instalației de frânare, a sistemului de direcție, rulare, semnalizare etc.).

În vederea realizării unei fiabilități ridicate a automobilelor, pe lângă soluțiile constructive adecvate adoptate de proiectant în acest scop, întreprinderea trebuie să introducă și o tehnologie avansată, acestea împreună, vor determina o creștere a costului produsului. Bineînțeles această creștere a costului automobilului, din cauza unei fiabilități mai ridicate, nu trebuie să depășească o anumită limită acceptată de beneficiar. Acest fapt impune, o analiză foarte temeinică a corelației între indicii de fiabilitate și indicii economici, în așa fel ca, fiabilitatea ridicată să fie realizată prin soluții constructive și tehnologice care necesită eforturile financiare cele mai mici. Pe de altă parte, optimizarea costului to-

tal al fabricației și exploatării autovehiculelor trebuie să se facă ținând seama și de cheltuielile pentru operațiile de mentenanță fiind cunoscut faptul că, pe măsura creșterii fiabilității automobilelor, scad cheltuielile pentru reparații și întreținere.

Trebuie acționat asupra parametrilor fiabilității, mentenabilității, costului, și asupra altor parametri, pentru a realiza o eficiență generală optimă, materializată în final prin prețul general optim al automobilului. Acest lucru poate să implice majorarea costurilor, într-o anumită fază, pentru a se obține o reducere a costurilor și o mărire a eficienței, în alta.

Formula cheltuielilor totale va avea următorul aspect:

$$Z = C_p + C_f + C_e + C_m. \quad (2.55)$$

în care:

Z sînt cheltuielile totale pentru un automobil de tip dat;

C_p — costul lucrărilor de proiectare și dezvoltare, repartizate pentru un automobil, din totalul programului de fabricație;

C_f — costul total de fabricație al unui automobil de tipul analizat;

C_e — cheltuielile de exploatare (costul combustibilului, lubrifianților etc.) pentru întregul interval de utilizare a automobilului;

C_m — cheltuielile pentru lucrările de mentenanță (întreținere și reparații) în perioada de utilizare a automobilului.

Reprezentînd grafic, în figura 2.11, termenii relației (2.55) în funcție de un parametru al fiabilității (de exemplu MTBF) se poate observa că termenii C_p și C_f cresc pe măsura creșterii fiabilității, iar termenul C_m scade. În ceea ce privește termenul C_e , legat de cheltuielile de exploatare, poate să rămîna constant sau să scadă, ținînd cont de faptul că, de obicei, acțiunile întreprinse pentru ridicarea fiabilității pot aduce îmbunătățiri și în economicitatea generală a automobilelor. Suma acestor costuri, va prezenta un punct minim pe grafic, care va indica soluția constructivă ce asigură o fiabilitate acceptabilă și sub aspectul economic.

Formarea schemelor generale de fiabilitate a sistemelor. Alcătuirea schemelor generale de fiabilitate are o deosebită importanță în stabilirea fiabilității întregului sistem, atît în organizarea lucrărilor de previziune a acesteia, în faza de proiectare, cît și în desfășurarea încercărilor ei în toate fazele de realizare și de utilizare a produsului respectiv.

Se va stabili, în primul rînd, pentru fiecare component în parte modul în care acesta intră în alcătuirea schemei de funcționare. Criteriul de bază, în acest caz, este în ce mod influențează fiabilitatea componentei, fiabilitatea sistemului, sau cu alte cuvinte, defectarea sistemului. De asemenea, trebuie analizat și faptul dacă există, sau nu, o independență între componentele sistemului din punctul de vedere al defectărilor.

Reunirea componentelor în serie cu celelalte componente ale sistemului se consideră în cazul în care un component oarecare defectat produce defec-

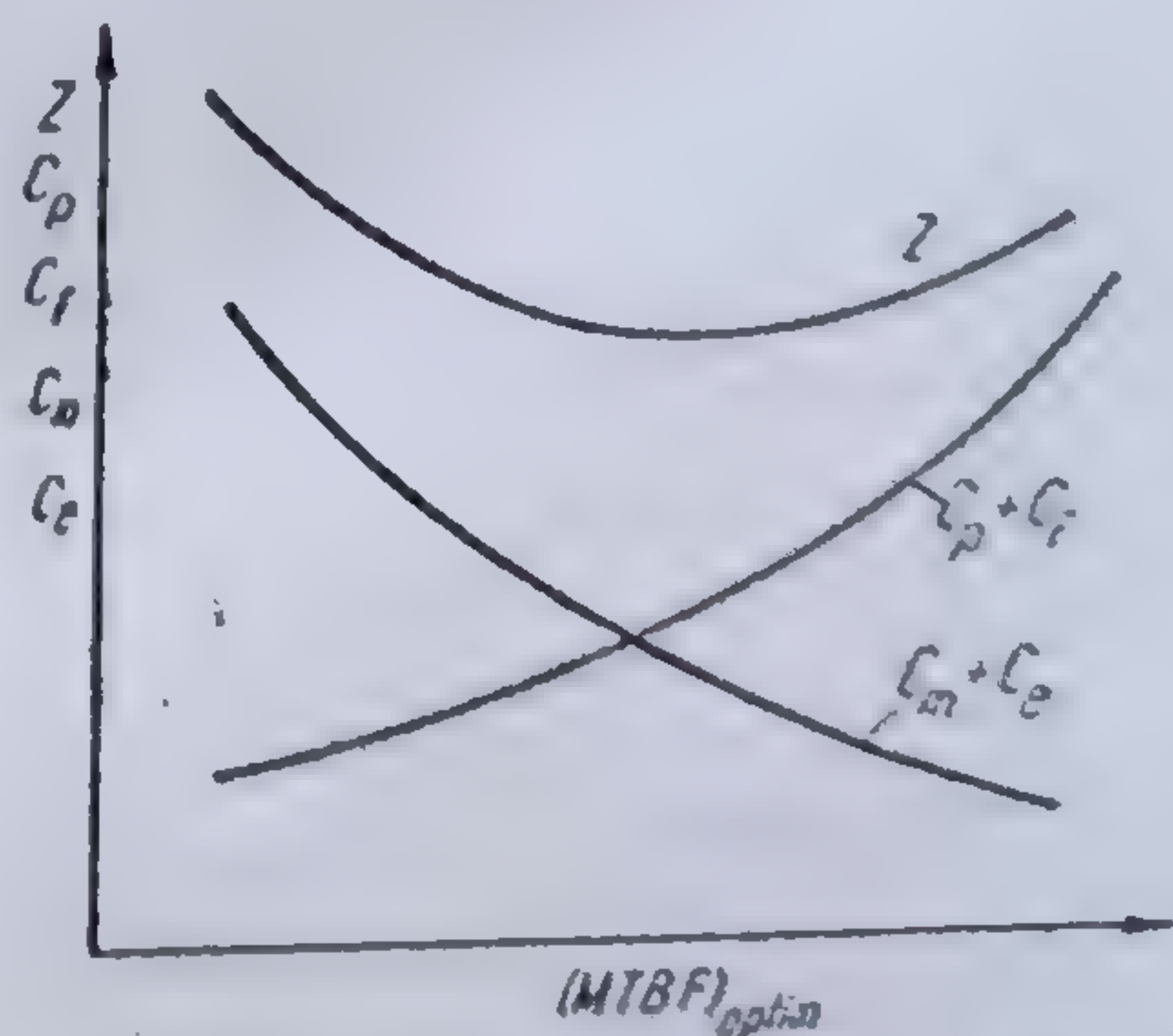


Fig. 2.11. Variația costurilor pe un automobil în funcție de nivelul de fiabilitate.

tarea întregului sistem, iar defectarea componentei respective este independentă de defectarea celorlalte. Acest mod de asociere a componentelor principale se găsește și în cazul unui ansamblu de automobil (între motor, agregatele transmisiei, sistem de rulare etc.), cît și între majoritatea pieselor care alcătuiesc agregatele respective considerate, la rîndul lor, ca sisteme. În acest caz, fiabilitatea sistemului se calculează cu relația:

$$R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t). \quad (2.56)$$

Reunirea componentelor în paralel într-un sistem tehnic se consideră cînd defecțiunea sistemului are loc la defectarea tuturor elementelor ce intră în sistem. Ea este caracteristică, de obicei, pentru instalațiile alcătuite din mai multe părți care îndeplinesc una și aceeași funcție. În cazul automobilelor, se găsește acest mod de asociere pentru instalația de frînare, privind sistemul de comandă, pentru dispozitivele de frînare de la roți (care poate să fie cu două sau chiar cu trei circuite.) Fiabilitatea sistemului pentru acest caz va fi:

$$R(t) = 1 - [1 - R_1(t)] \cdot [1 - R_2(t)] \dots [1 - R_n(t)], \quad (2.57)$$

sau dacă componentele sînt identice:

$$R(t) = 1 - [1 - R_1(t)]^n, \quad (2.58)$$

n fiind numărul componentelor.

Reunirea mixtă a componentelor se întîlnește cel mai des în cazuri concrete pentru automobile (deci o combinație între o reunire în serie și una în paralel). Pentru o reunire mixtă (fig. 2.12) a unui sistem, fiabilitatea generală se calculează cu relația:

$$R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots [1 - (1 - R_i(t))] \dots R_n(t). \quad (2.59)$$

Subordonat acestor legături, între componentele principale trebuie realizată și o corelație funcțională și temporală corectă.

Corelația funcțională va condiționa în primul rînd performanțele automobilului, dar și fiabilitatea lui, deoarece măsurile de optimizare preconizate vor asigura, totodată, și dispunerea reciprocă mai corectă a pieselor sau subansamblelor între ele, va conduce la stabilirea unui regim de ungere optim, corelat cu condițiile reale de funcționare, sau va impune dimensionarea pieselor în funcție de nivelul de solicitare și prin luarea în considerație a influențelor reciproce existente între piesele sau componentele principale.

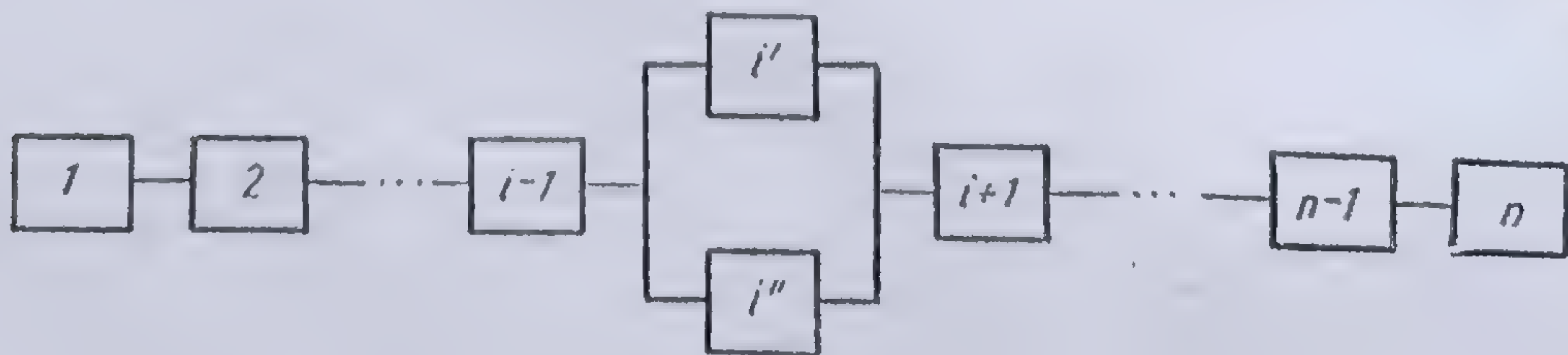


Fig. 2.12. Schema de fiabilitate cu reunire mixtă.

Corelația temporală presupune corelarea duratelor de funcționare a subansamblurilor care, în afara aspectului economic favorabil, va produce o influență însemnată și asupra performanțelor automobilului. Este de dorit să se realizeze o durată de viață utilă egală, sau un submultiplu întreg de valoare bine determinată a duratei de viață a componentelor corelate. În cazul în care, există o corelație temporală bine conturată, între componentele principale ale automobilului se poate obține și o corelație funcțională optimă, acest lucru pe de o parte prin calități funcționale ridicate în aceeași perioadă la toate componentele corelate, iar pe de altă parte, prin eliminarea posibilității de influențare de către o componentă cu funcționare defectuoasă asupra altor componente vecine.

Corelația temporală între componentele principale din automobil trebuie să fie realizată, în primul rând, în procesul de proiectare, prin prevederea în mod corect a MTBF-ului, care va rezulta din restricțiile de fiabilitate și din repartizarea corectă a acestor restricții pe componente.

Evaluarea indicatorilor de fiabilitate la automobile pe baza încercărilor de simulare a condițiilor de exploatare. Încercarea fiabilității unui produs constă din totalitatea probelor efectuate pentru verificarea funcționării acestuia, pe o anumită perioadă de timp. Aceste probe trebuie să permită estimarea statistică a fiabilității automobilelor sau a componentelor încercate. Deoarece problemele de fiabilitate sînt concentrate în jurul a trei elemente: condițiile de funcționare în exploatare, condițiile mediului înconjurător și condițiile de timp, se impune ca aceste cerințe să fie realizate și în perioada încercărilor.

Condițiile de funcționare sînt definite în mod unitar pentru fiecare automobil prin parametrii de bază ai performanței (de exemplu: puterea motorului, viteza maximă a automobilului, accelerația maximă, consumul specific de combustibil etc.). Dificultatea cea mai mare constă în aceea că, automobilul, în majoritatea timpului, nu lucrează în condițiile de maximă performanță dinamică, ci la nivele de solicitare mult mai reduse. În același timp, în toată perioada de utilizare solicitarea variază. Ca urmare, parametrul de solicitare care definește, în ultima instanță, condițiile de funcționare trebuie privit în termenii unei repartiții de solicitări. Deci, înaintea elaborării programului de încercări, trebuie obținute datele necesare pentru a construi repartiția respectivă. Răspunsul se poate căpăta studiind modul de utilizare reală a produsului, de către o serie de beneficiari, sau simularea utilizării la beneficiar (pe poligon) și înregistrarea nivelelor de solicitări cele mai des întîlnite. Urmează efectuarea testelor de verificare pentru a stabili dacă automobilul, sau componentele sale, rezistă la solicitările viitoare posibile, pe un anumit interval de timp, respectînd legea de repartiție a solicitărilor din exploatare.

Condițiile mediului înconjurător (temperatură, umiditate, condiții de drum etc.) constituie factori cu caracter critic pentru majoritatea agregatelor automobilelor. În acest sens problema prezintă două aspecte: primul, privind determinarea nivelelor posibile ale parametrilor mediului înconjurător și al doilea, legat de testul de verificare a gradului în care produsul le poate satisface.

Condițiile de timp al treilea factor în încercarea fiabilității, care de fapt determină procedura de încercare și permite în funcție de termenul ales, apriori, să se adopte decizia cu privire la fiabilitatea automobilului respectiv. Dacă acest termen este o durată (un interval de parcurs),

încercările se numesc *trunchiate*, iar dacă este un număr de defectiuni, încercările se numesc *cenzurate*.

La încercările trunchiate experimentul se oprește la un moment T , stabilit în prealabil. În cazul încercărilor cenzurate experimentul se oprește în momentul când din cele N produse care alcătuiesc eșantionul, s-au defectat n produse (unde n este un număr dinainte stabilit).

În general, producătorul este interesat să micșoreze timpul de încercări, în care scop, se provoacă creșterea solicitării (sau a solicitărilor) peste limitele normale menținând mecanismul defectărilor. Un astfel de control eficient se realizează cu ajutorul încercărilor accelerate, care din punctul de vedere al durității parametrilor de solicitare, se împart în două categorii:

- încercări în regim normal;
- încercări în regim forțat.

Regimul normal se numește acel regim în care, factorii de solicitare (sarcină, turație, temperatură etc.) nu depășesc valorile limită stabilite în norma internă. Acest regim se aplică, de exemplu, în cazul încercărilor de motoare când se mai numește și *încercare de anduranță*.

Regimul forțat se consideră cel în care, cel puțin unul dintre factori, depășește din punctul de vedere al durității solicitărilor, valorile limită din norma internă sau ia valori de vîrf. După acest regim sînt încercate de obicei agregatele transmisiei, suspensiei, echipamentul electric și hidraulic al automobilului.

Deci, prin metodele accelerate se forțează regimul de lucru datorită creșterii ritmului sau (și) nivelului solicitărilor la care este supus produsul. Asemenea metode, care determină de fapt procese de îmbătrînire sau uzură prematură, trebuie să provoace creșterea vitezei de degradare fără a schimba însă caracterul procesului fizic de uzură (fără a duce la defecări care nu sînt caracteristice regimului real de exploatare).

Alegerea tipului de solicitare, a ritmului și nivelului acesteia, precum și a criteriului de evidențiere a degradării, impune înțelegerea prealabilă a procesului fizico-chimic al uzurii sau a altor degradări.

Ultima etapă a prelucrării rezultatelor experimentale și a stabilirii concluziilor, pune dificila problemă de a determina raportul forțat și normal de exploatare.

2.4. RELAȚIA ÎNTRE PROCESUL DE FABRICAȚIE A AUTOMOBILELOR ȘI FIABILITATEA LOR

Așa cum s-a mai spus, fiabilitatea automobilului se încorporează în fiecare piesă și se asigură în perioada de concepție și fabricație. În toate fazele de realizare a automobilului intervin numeroși factori de influențare care pot diminua într-o măsură mai mică, sau mai mare, fiabilitatea acestuia. Este necesar să se analizeze corelația dintre ei și modalitățile de reducere sau eliminare a influențelor negative a acestora.

Influența factorilor constructivi asupra fiabilității. Alegerea corectă a parametrilor constructivi ai pieselor de automobile au o deosebită importanță în asigurarea unei fiabilități ridicate pe toată perioada de exploatare.

Factorii constructivi de bază care influențează siguranța și durata de utilizare în exploatare a pieselor sînt:

- forma și dimensiunile pieselor de care depind presiunea de contact între suprafețele de lucru, concentrarea tensiunilor, rezistența materialelor la șocuri și oboseală;

- rigiditatea construcției care exprimă capacitatea pieselor de a se deforma neînsemnat sub acțiunea sarcinilor la care sînt supuse;

- precizia dispunerii reciproce a pieselor care lucrează împreună;

- alegerea corectă a ajustajelor, care asigură siguranța funcționării îmbinării cu joc și cu strîngere;

- utilizarea de dispozitive pentru purificarea aerului, combustibilului și uleiurilor, a unor aparate în vederea optimizării regimurilor termice și de lucru, precum și pentru accelerarea încălzirii după pornire la rece a motorului.

Analiza temeinică a construcției fiecărei piese în vederea ridicării fiabilității și durabilității este o sarcină deosebit de importantă pentru fiecare proiectant. În acest sens trebuie acordată o atenție deosebită evaluării corecte a nivelelor de solicitare, care trebuie să se situeze cît mai apropiat de condițiile reale de exploatare, în special valorile solicitărilor dinamice, respectiv de oboseală. De obicei, această situație apare la dimensionarea unor agregate mai complexe, cînd pentru operativitate în calculele respective se fac simplificări care descriu foarte sumar fenomenele reale. În practica de proiectare se evită crearea acestor surse de defectare a produselor prin alegerea unor coeficienți de siguranță nejustificat de mari sau a unor materiale cu calități ridicate, dar scumpe sau deficitare, în ambele situații existînd posibilitatea de a nu putea controla cu exactitate marja de siguranță la fiabilitate și deci a provoca scumpirea produsului în mod inutil. Investigațiile teoretice combinate cu încercări de laborator pe modele funcționale pot indica distribuția reală a fluxurilor forțelor, nivelul intensității lor și caracterul lor de variație în funcție de timp, în felul acesta putînd fi executate piesele componente cu o suplețe ridicată și cu o mare siguranță în funcționare din punctul de vedere al solicitărilor.

Fiabilitatea agregatelor și mecanismelor automobilului sînt legate, în mod deosebit, de uzura pieselor îmbinate. După cum se știe, procesul de uzură poate fi controlat cu eficiență, prin limitarea presiunii de contact și a vitezei relative între piese și prin asigurarea unor condiții normale de ungere. Această situație a intervenit, de exemplu, în perioada luptei pentru puterea litrică ridicată la motoare, cînd în vederea sporirii puterii litrice a crescut mult turația lor. Pentru a limita la valori acceptabile viteza medie de piston, deci a menține uzura cilindrilor și segmentilor la nivelul anterior, s-a redus mult cursa pistonului, luînd naștere, în cazul motoarelor cu aprindere prin scînteie, clasa motoarelor subpătrate. Deoarece micșorarea cursei pistonului, în ipoteza menținerii constante a cilindreei motorului, impunea creșterea alezajului cilindrului, care provoacă la rîndul ei, creșterea încălcării termice, în special la piston (fig. 2.13) și a detonației. În momentul de față din această cauză s-a renunțat la micșorarea exagerată a cursei pistonului, căutînd pentru fiecare motor soluții optime.

Calitatea proiectului și construcției prin prisma fiabilității automobilului este determinată și prin modul de amplasare a diferitelor agre-

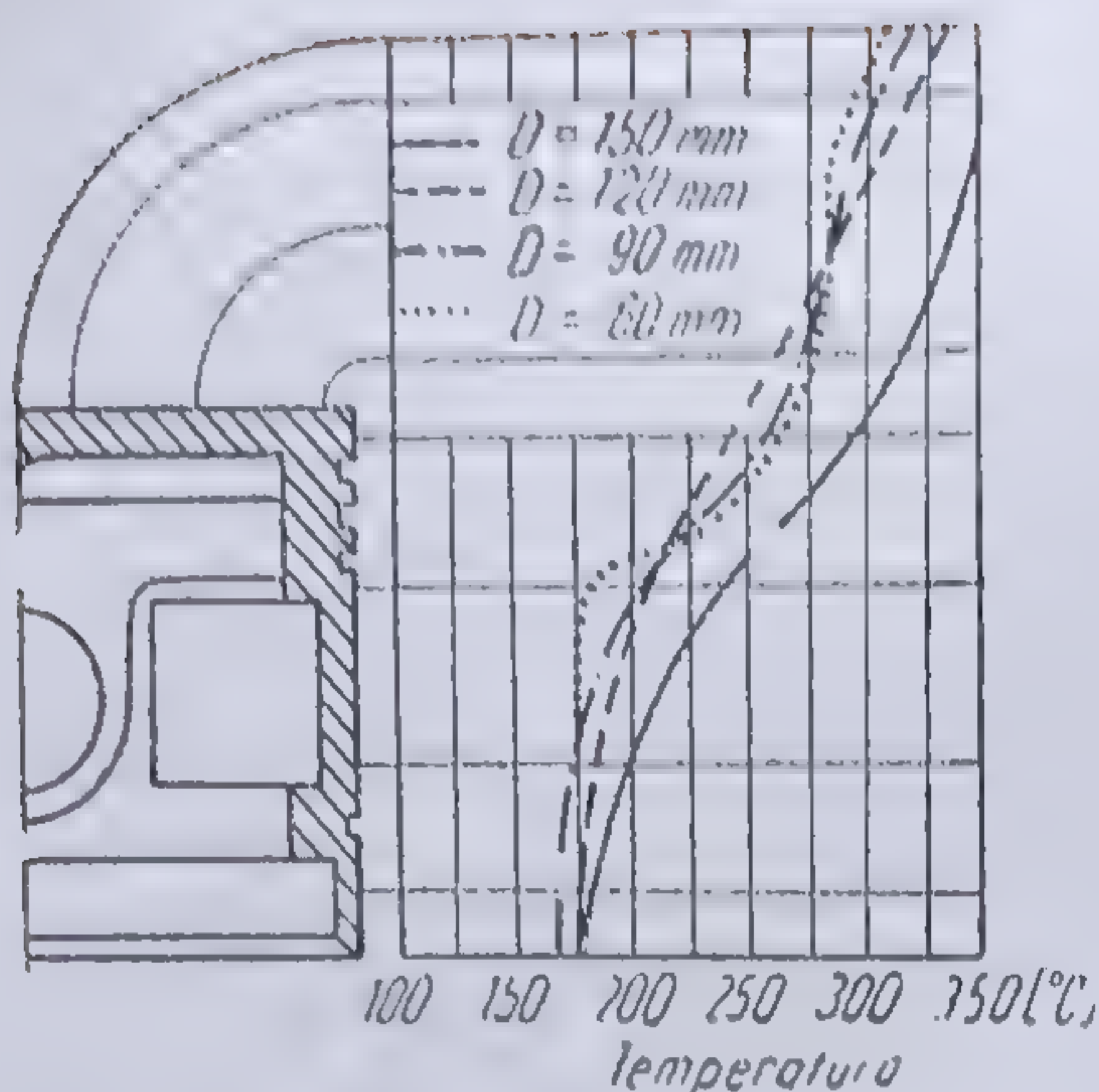


Fig. 2.13. Variația temperaturii pistonului în funcție de diametrul alezajului.

gate, mecanisme, aparate și dispozitive în ansamblul construcției lor, în special în sensul poziției lor reciproce.

Deoarece o fiabilitate operațională ridicată se poate realiza, în special, prin caracteristici de mentenabilitate ridicată a construcției, calitatea bună a proiectului trebuie să se remarce și prin adoptarea la fiecare agregat, mecanism, aparat și dispozitiv al automobilului la părțile care sînt supuse unor schimbări dimensionale rapide în procesul de exploatare, elemente de reglare prin care se pot restabili condițiile normale de funcționare.

Construcția realizată trebuie să aibă și o serie de calități tehnologice, în vederea realizării pieselor, subansamblelor

și ansamblelor automobilului economic, dar cu calități de fiabilitate mărite prin eliminarea pe cît posibil a complicațiilor constructive inutile, care pot deveni surse posibile de defectarea ansamblului respectiv.

De exemplu, în cazul cuzinetului pentru a putea prelua o presiune maximă ridicată și deci a realiza o durată de serviciu mare trebuie asigurată o grosime cît mai mică a stratului de compoziție, tehnologic realizabil (fig. 2.14). În cazul în care grosimea stratului de compoziție depășește o anumită limită, durabilitatea devine minimă și constantă, ceea ce se explică prin aceea că la asemenea grosime compoziția preia eforturile în toată masa ei, corpul de oțel al cuzinetului nemai participînd la rezistența mecanică a sistemului.

Influența factorilor tehnologici asupra fiabilității. Factorii tehnologici, prin acțiunile lor remanente, introduc numeroase elemente de influențare a fiabilității pieselor, subansambelor, mecanismelor și agregatelor automobilelor. Acești factori se manifestă prin următoarele:

— calitatea materialelor utilizate la confecționarea pieselor, de care depinde limita de rezistență la solicitări statice, dinamice și la oboseală, precum și rezistența la uzura suprafețelor;

— calitatea și precizia prelucrării mecanice a pieselor care determină natura condițiilor de interacțiune a pieselor din cuplul de frecare;

— oportunitatea tratamentelor termice și termochimice care pot îmbunătăți în mod substanțial calitatea materialelor în strînsă legătură cu

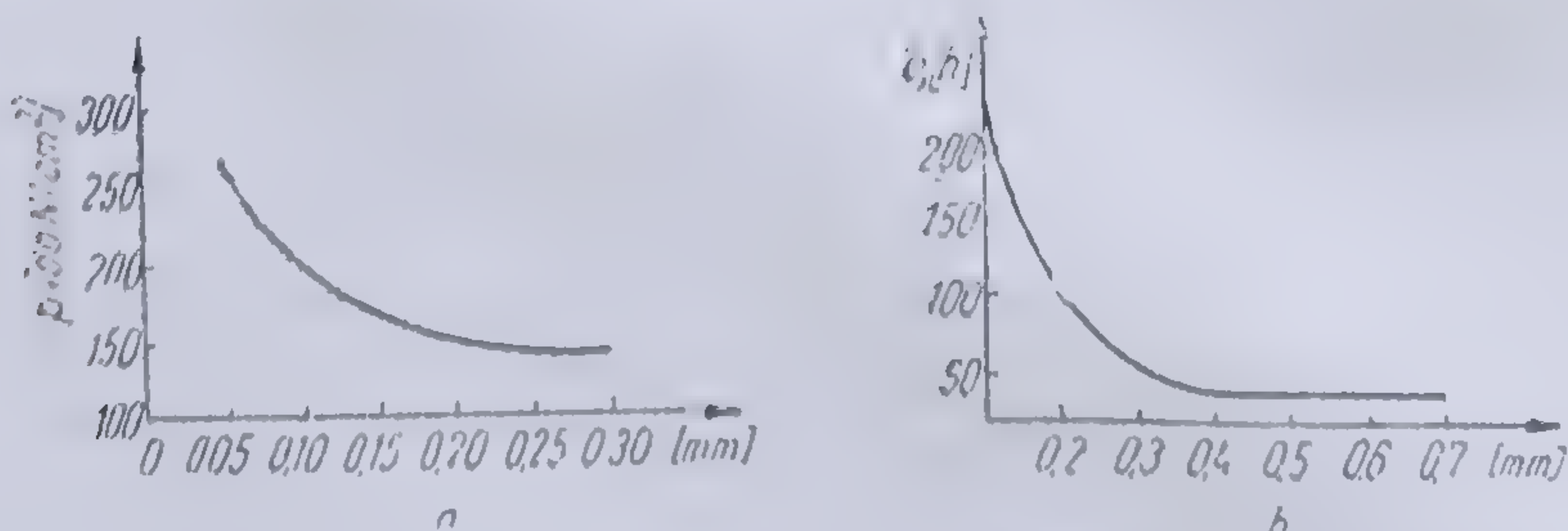


Fig. 2.14. Variația presiunii limită și a duratei de funcționare în funcție de grosimea stratului de compoziție.

condițiile concrete de funcționare pentru fiecare piesă dintr-un ansamblu dat.

Factorul tehnologic legat de calitatea materialelor intervine încă în fază de proiectare a automobilelor și se adoptă materialului necesar, pentru o anumită piesă, în strînsă corelație cu condițiile de lucru în regimurile de solicitare cele mai dificile

ale ansamblului respectiv. Creșterea uzurii pieselor, deteriorarea suprafețelor de lucru, ruperea sub tensiune, sînt legate de multe ori de calitatea necorespunzătoare a materialelor alese, de modul cum unele acceptă un anumit fel de tratament, termic și chimic, în privința ridicării calităților mecanice și fizice.

În figura 2.15 se ilustrează influența aliajelor de aluminiu, pentru piston, asupra calităților mecanice, în funcție de temperatură și procedeul de confecționare a semifabricatului. Din diagramele prezentate rezultă avantajul procedeului de matrițare care deocamdată este limitat din cauza costului ridicat și din cauza dificultăților la matrițarea pistoanelor cu diametrul redus.

Din tabelul 2.4 conținînd influența materialului asupra uzurii pistonului, rezultă că materialul cel mai bun ar fi fonta perlitică, inacceptată însă pentru motoarele de automobile din cauza greutateii specifice ridicate și a conductibilității termice reduse. Rezultă deci, că va fi folosit, dintre aliajele de aluminiu care rezistă cel mai bine la uzură, aliajul Al-Si hipereutectic.

Tabelul 2.4

Influența materialului asupra uzurii pistonului

Materialul pistonului	Uzura relativă [%]
Bohnalit: 9—10% Cu, O, 4% SiO, 1—0,5% Mg, 1% Fe, rest Al.	100
Fontă perlitică, eventual aliată	45
Aliaj Al—Si hipereutectic	60
Aliaj Al—Si eutectic (Low-Ex)	80
Aliaj Y	84
Electron ZS—32 (aliaj Mg—Zn—Si)	145

Pentru piesele conjugate, în mișcare relativă, are o deosebită importanță alegerea corectă a calității materialelor din cuplul de frecare. Astfel, este necesar ca presiunea specifică critică, la care uzura crește brusc și care produce nu numai o modificare calitativă, ci și o modificare cantitativă a procesului de frecare și uzură, să fie în afara domeniului de funcționare a cuplului respectiv de piese.

Precizia de prelucrare și calitatea suprafețelor pieselor în condițiile unui anumit nivel de solicitare, stabilesc distribuția sarcinilor între cele două piese îmbinate. Acest lucru este determinat pe de o parte de clasa de pre-

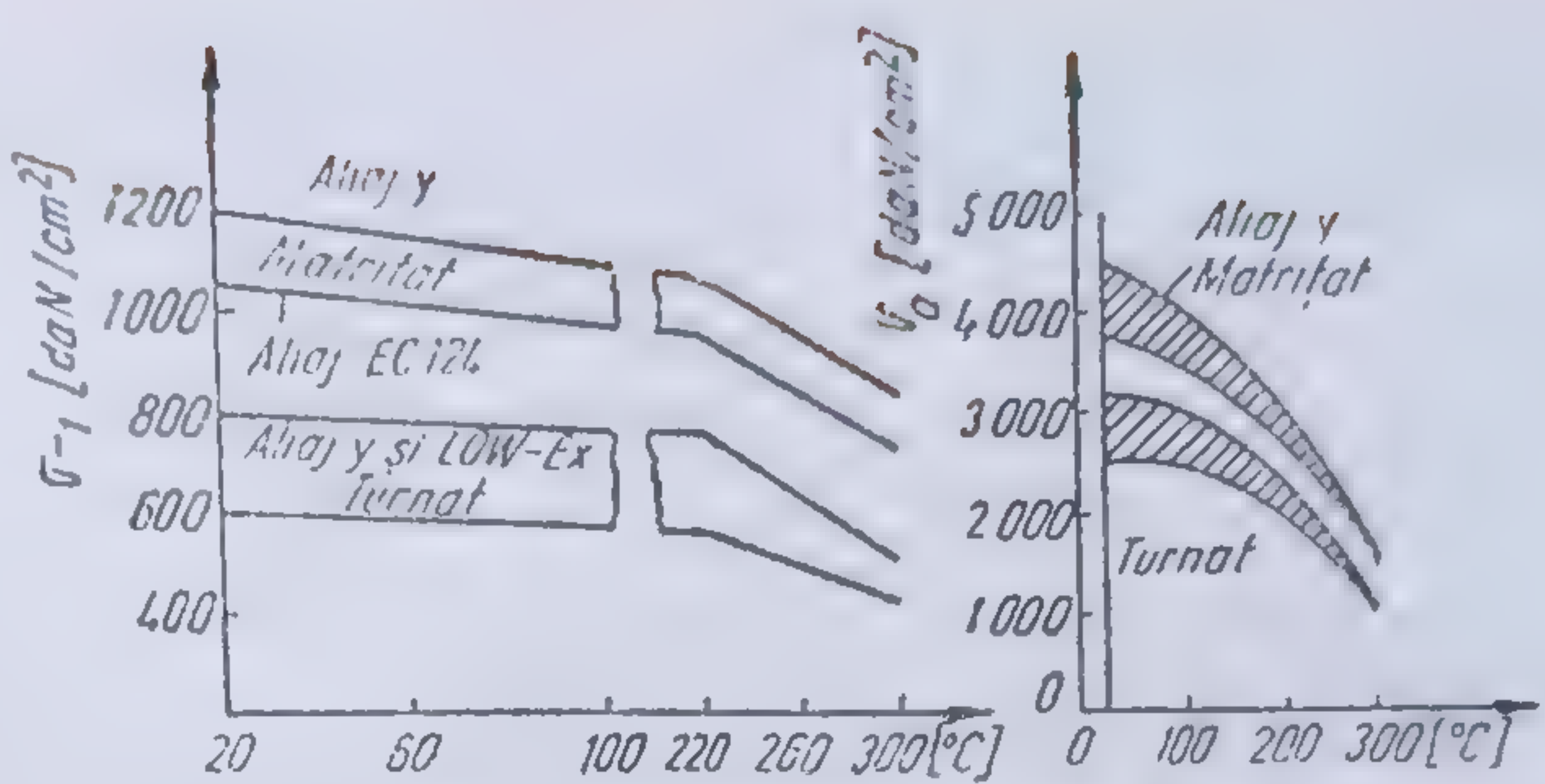


Fig. 2.15. Influența compoziției aliajelor de aluminiu, pentru pistoane, asupra calităților mecanice.

cizie a îmbinării, iar pe de altă parte de micro- și macroneregularitățile suprafețelor. Suprafața relativă de contact se poate exprima ca raportul între suprafața efectivă de contact A_e și suprafața curpînsă în interiorul conturului de contact A_c , deci:

$$\eta = \frac{A_e}{A_c} = \beta \varepsilon^v, \quad (2.60)$$

în care β și v sînt coeficienți, iar ε mărimea apropierii (deplasării) relative între două piese care se poate exprima cu relația:

$$\varepsilon = \frac{h}{R_r} \quad (2.61)$$

unde h este deplasarea de apropiere, egală cu deformația neregularității cu cea mai mare înălțime, iar R_r — înălțimea cea mai mare a neregularității sau a rugozității.

Introducînd relația (2.61) în expresia (2.60) se obține:

$$\eta = \beta \left(\frac{h}{R_r} \right)^v. \quad (2.62)$$

Importanța alegerii corecte a tipului de prelucrare finală, în vederea reducerii presiunii de contact, deci în privința micșorării uzurii, rezultă atît din creșterea valorică a lui v și β pe măsura adoptării unor prelucrări cu un grad înalt de finisare (tab. 2.5), cît și datorită creșterii lui ε , în funcție de procesul de prelucrare mecanică, respectiv de rodare, în perioada inițială de exploatare (fig. 2.16).

Exigența față de calitatea suprafeței este necesară și pentru reducerea frecării și uzurii.

Influența rugozității suprafețelor asupra rezistenței la oboseală, pentru bolțul de piston, apare din figura 2.17.

Tabelul 2.5

Valoarea coeficienților v și β

Metode de prelucrare	v	β
Strunjire, rabotare, frezare	2	1—3
Rectificare	3	4—6
Lustruire	3	10—16

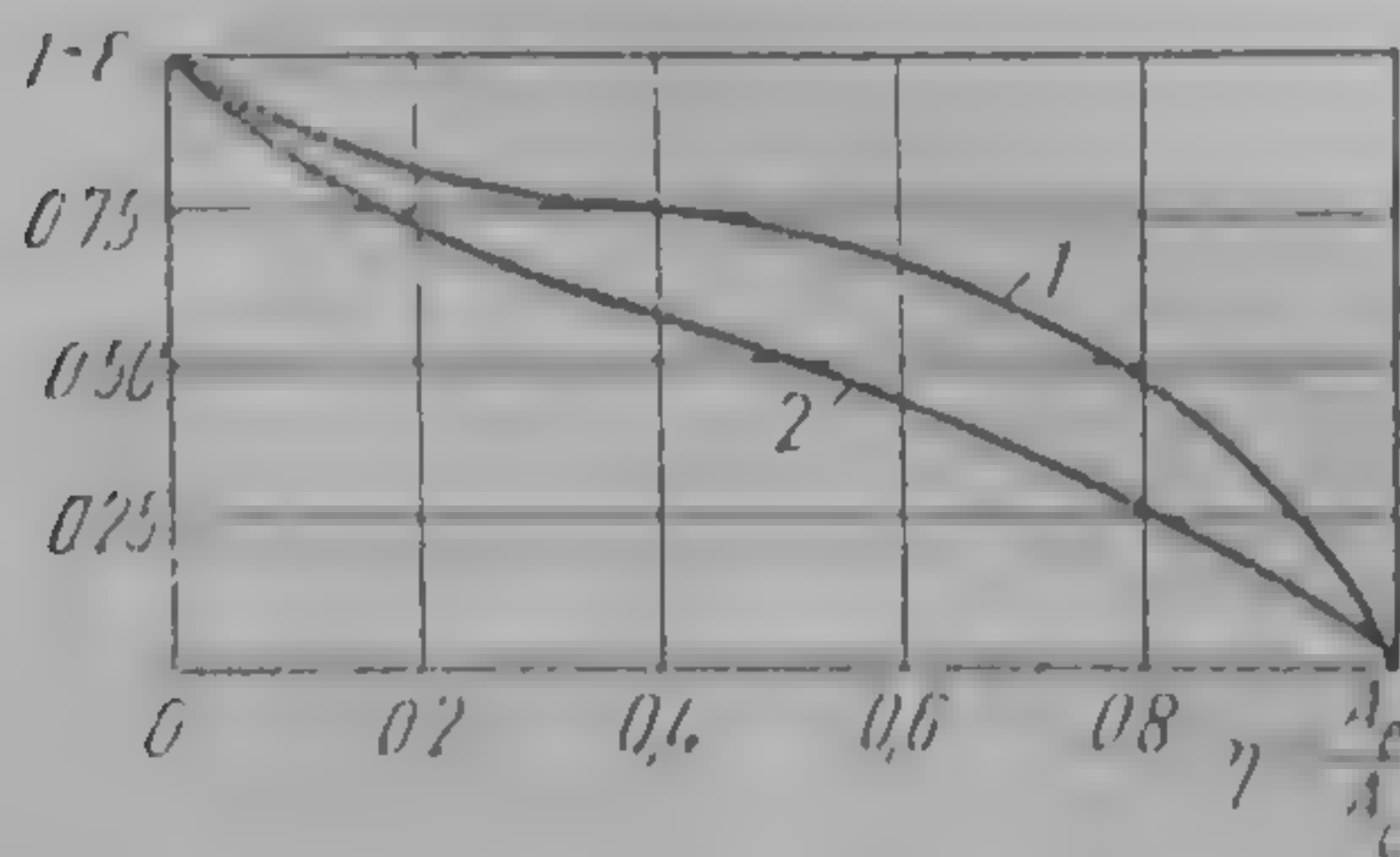


Fig. 2.16. Influența suprafeței relative de contact asupra deplasării relative între două piese îmbinate, și în mișcare:
1 — strunjire; 2 — rectificare.

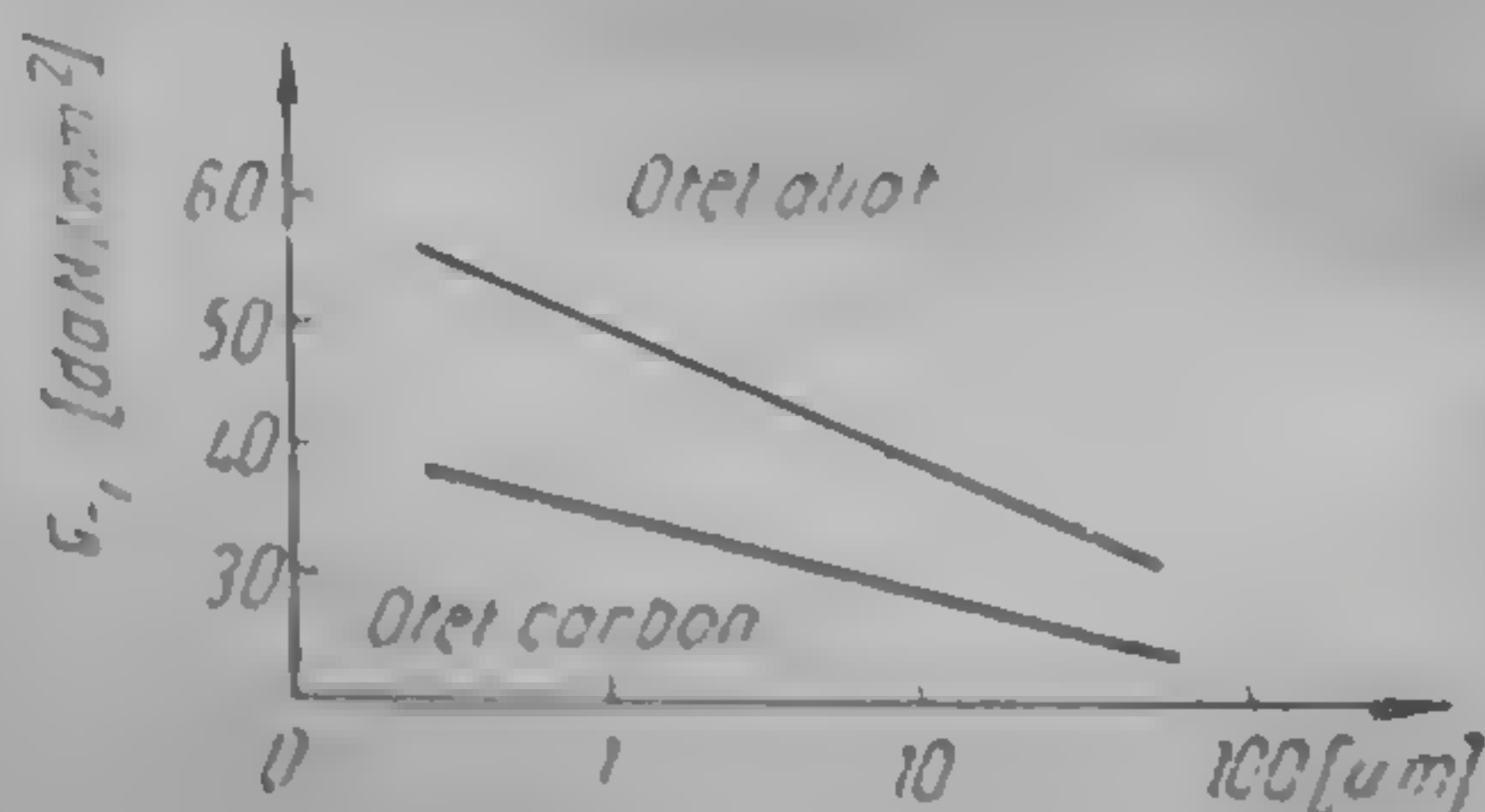


Fig. 2.17. Influența gradului de rugozitate a suprafețelor asupra rezistenței la oboseală.

Aplicarea tratamentelor termice și termochimice este o măsură tehnologică eficientă în ridicarea fiabilității și durabilității pieselor, în vederea îmbunătățirii structurii cristaline și a ridicării astfel a calităților mecanice ale aliajelor. Tratamentul termic, corect ales, în funcție de condițiile de funcționare ale piesei și de calitatea materialului, permite realizarea mai multor cerințe deosebit de importante funcționării îmbinării respective, care prin alte metode uneori ar fi foarte dificil de realizat, sau chiar, uneori, imposibil.

Astfel, o mare parte a pieselor de automobile funcționează la solicitare prin șoc, care cere ca materialul să fie tenace, rigid, cu rezistență mecanică mare și duritate ridicată. Tot o duritate ridicată necesită și stratul superficial pentru realizarea de rezistențe mari la uzură. Aceste cerințe sînt asigurate, în condiții optime, prin alegerea de materiale tenace, care apoi supuse tratamentelor termice superficiale, sau tratamentelor termochimice, vor asigura și o duritate mare stratului superficial. În acest fel, se va asigura condiția de tenacitate, rezistență ridicată la oboseală și la rupere, concomitent cu o comportare bună la frecare și uzură (cazul pieselor: bolț de piston, fusurile arborelui cotit, camele și fusurile arborelui de distribuție, roțile dințate și arborii din agregatele transmisiei automobilului, pivotul, fuzeta etc.).

Pentru unele piese de automobil care sînt supuse și uzurii prin coroziune, în vederea ridicării durabilității, li se aplică un strat superficial din alte substanțe prin procedee galvanice sau termochimice. În tabelul 2.6, ca exemplu este luată perechea de piese cămașă de cilindru — segment sub influența unor procedee diverse de acoperire. Se remarcă influența conținutului de sulf al motorinei asupra durabilității pieselor și eficiența diferitelor procedee de acoperire asupra rezistenței la uzură.

Tabelul 2.6

Uzura relativă a cămășii de cilindru funcție de metoda de acoperire

Metoda de acoperire		Conținutul de sulf în motorină [%]	Uzura relativă [%]
Ogînda cilindrului	Suprafața laterală a segmentului		
Cămașă neacoperită	Segment neacoperit	0,8	100
Idem	Idem	1,6	400
Idem	Segment cromat	1,6	200
Cămașă cromată	Segment neacoperit	1,6	100
Idem	Segment nitrurat	1,6	86
Cămașă nitrurată	Segment neacoperit	1,6	50
Idem	Segment nitrurat	1,6	37,5

2.5. RELAȚIA ÎNTRE PROCESUL DE EXPLOATARE A AUTOMOBILELOR ȘI FIABILITATEA LOR

Fiabilitatea disponibilă existentă la fiecare automobil în momentul introducerii în procesul de exploatare se poate menține timp îndelungat dacă se elaborează și se aplică o metodă rațională de utilizare și de deservire tehnică în această perioadă. Ținînd seama de faptul că numărul factorilor de influențare din exploatare este mare, iar în unele si-

tuții interacționarea lor este opusă, se impune ca să fie luate măsurile tehnico-organizatorice cele mai favorabile, pentru a menține mijloacele de transport auto la un nivel de fiabilitate acceptabil.

Factorii de influențare ai fiabilității în perioada utilizării automobilelor pe de o parte sînt legați de calitatea materialelor care asigură funcționarea lor în exploatare cum sînt lubrifianții, combustibilii, lichidul de răcire și altele, iar pe de altă parte sînt determinați de condițiile de exploatare, care evidențiază gradul de manifestare a condițiilor de drum și climateriei, regimul de exploatare, calitatea conducerii, întreținerii și reparației.

Influența calității materialelor de exploatare asupra fiabilității. În procesul de exploatare a automobilelor există o interacțiune permanentă între unele piese, mecanisme și agregate și materialele de exploatare. În funcție de proprietățile acestor materiale și de condițiile de utilizare se schimbă caracterul interacțiunii acestora, se accelerează sau se încetinește uzura pieselor, precum și depunerea reziduurilor din aceste materiale, cu o serie de influențe secundare asupra funcționării unor agregate; se schimbă consumul materialelor de exploatare și productivitatea automobilelor.

Adoptarea materialelor de exploatare trebuie să corespundă particularităților constructive și tehnologice ale autovehiculelor, stării lor tehnice și condițiilor de exploatare.

Influența lubrifianților. Proprietățile uleiurilor care au o influență asupra fiabilității și durabilității agregatelor automobilului sînt următoarele: viscozitatea, onctuozitatea, activitatea la coroziune, stabilitatea la oxidare și conținutul impurităților mecanice.

Proprietatea cea mai importantă a unui ulei lubrifiant este viscozitatea. Deoarece uzura redusă sau inexistența sa este condiționată la piesele îmbinate în mișcare, numai prin crearea unui strat de ulei între cele două suprafețe, în mod logic realizarea filmului de ulei în funcție de regimul de lucru este determinată de viscozitatea lui.

Pe baza teoriei hidrodinamice a ungerii, grosimea cea mai mică a filmului de ulei, care desparte suprafețele de lucru prin stratul de ulei, se determină din expresia:

$$h_{\min} = A \frac{\mu w}{p}, \quad (2.63)$$

în care:

A este o mărime care depinde de dimensiunile constructive ale piesei;

μ — viscozitatea dinamică a uleiului;

w — viteza relativă între suprafețele de lucru;

p — presiunea medie care caracterizează încărcarea lagărului.

Expresia $\lambda_h = \mu w / p$ reprezintă factorul hidrodinamic al ungerii, în funcție de care coeficientul de frecare, într-un lagăr de alunecare, variază după curba reprezentată în figura 2.18. Valoarea minimă a coeficientului de frecare, care corespunde pentru un λ_h critic, împarte condițiile de frecare în două domenii. Deoarece uzura minimă și asigurarea celorlalte funcțiuni ale ungerii la valori optime se realizează în domeniul frecării fluide, este necesar ca factorul hidrodinamic al ungerii să fie astfel determinat, ca funcționarea îmbinării să aibă loc în marea majoritate a timpului de funcționare în acest domeniu. Influența factorilor perturbatori,

asupra funcționării îmbinării, se corectează automat (între anumite limite determinate), un rol determinant avîndu-l viscozitatea uleiului.

Procesul de autoreglare are loc numai, în condițiile debitării cantității necesare de ulei spre îmbinarea respectivă, cînd regimul de lucru se găsește între anumite limite

(exemplu: la creșterea bruscă a presiunii sau la reducerea însemnată a vitezei relative valoarea lui α poate să depășească punctul critic. Cînd crește valoarea coeficientului de frecare f , aceasta poate provoca scăderea viscozității uleiului și deci posibilitatea de a nu realiza autoreglarea. Punctul critic poate fi depășit și în cazul cînd, deși se respectă regimul de lucru, uleiul se încălzește intens sau este diluat cu combustibil).

Deosebit de periculos este regimul de suprasarcină, cînd odată cu micșorarea vitezei relative, între piesele conjugate, crește sarcina pe suprafața de frecare și temperatura uleiului.

Viscozitatea depinde de compoziția chimică a uleiului și de puritatea lui, dar caracteristica de exploatare principală a uleiului este dependența viscozității de temperatură.

Utilizarea uleiului cu viscozitate mică, în motoare, are o serie de avantaje, cum ar fi: capacitatea de pătrundere rapidă în jocuri înguste, transport rapid al căldurii, deci o eficacitate mai mare la răcirea suprafețelor, spălarea suprafețelor — mai bine — de produsele de uzură, pornirea mai ușoară a motoarelor la temperaturi joase, reducerea uzurii la pornire.

Viscozitatea prea mică are însă o serie de dezavantaje: pierderi mai mari de ulei prin neetanșeități (în special la segmenti și supape), creșterea pericolului arderii segmentilor, micșorarea forței portante a filmului de ulei între piesele îmbinate și deci posibilitatea întreruperii lui, ca urmare creșterea uzurii pieselor (tab. 2.7).

În cazul uleiurilor de transmisie, viscozitatea joacă, tot așa ca și la uleiurile de motoare, un rol deosebit de important și în special caracteristica ei funcție de temperatură. Încercările au arătat că, utilizarea uleiului de transmisie cu o caracteristică — viscozitate-temperatură — cu gradient de creștere mare, la temperaturi joase provoacă pierderi de putere mari din cauza frecărilor mai intense (fig. 2.19) și o ridicare a uzurii pieselor transmisiei (fig. 2.20).

Onctuozitatea este capacitatea uleiului de a forma o peliculă rezistentă și aderentă la suprafața pieselor. Un ulei cu aceeași viscozitate, dar cu o onctuozitate mai ridicată (curba punctată din fig. 2.18), în domeniul frecării semifluide, va avea un coe-

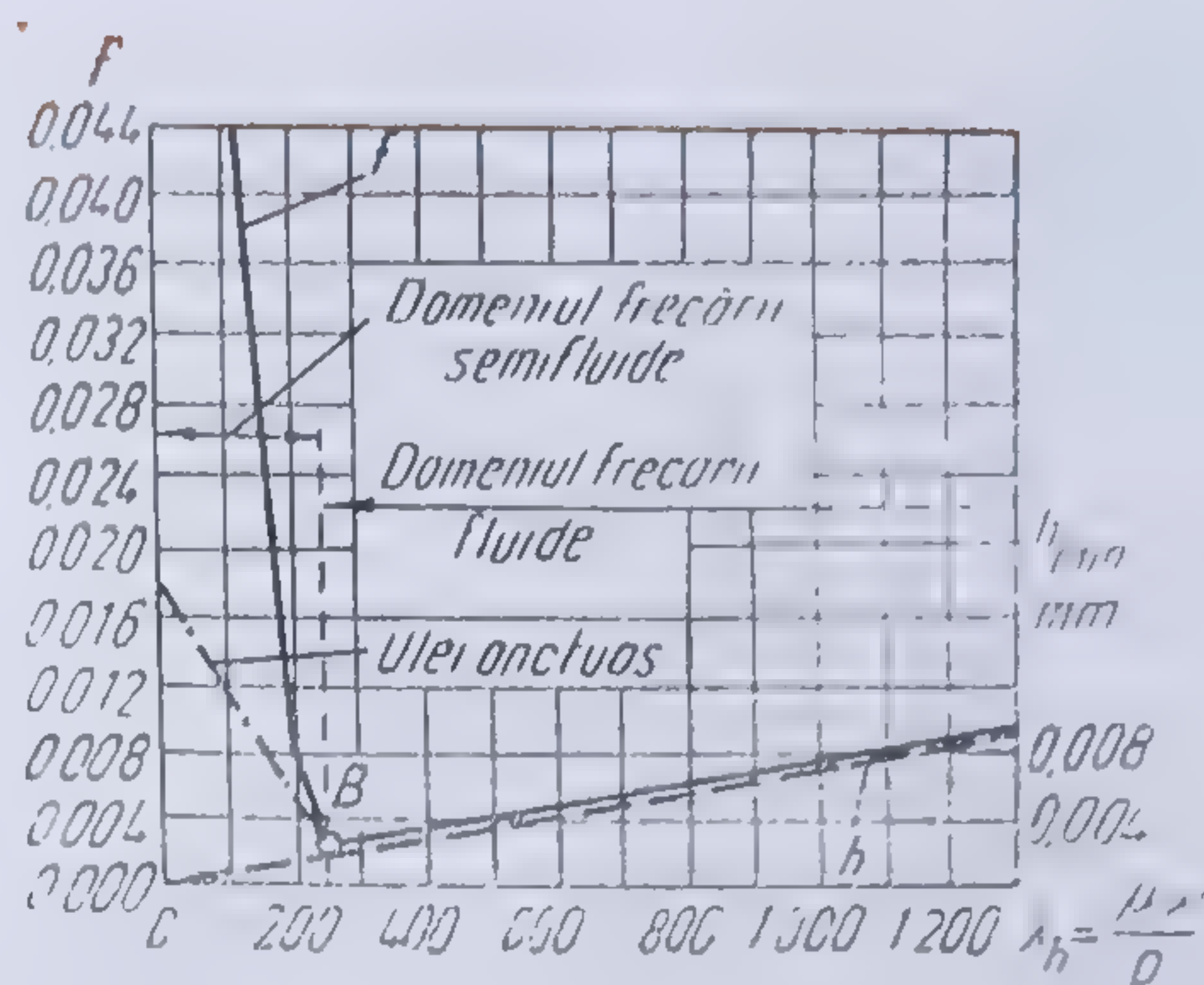


Fig. 2.18. Variația coeficientului de frecare în funcție de factorul hidrodinamic al ungerii.

Tabelul 2.7

Uzura segmentilor superiori în funcție de viscozitatea uleiului

Viscozitatea uleiului la 98°C [cS]	Uzura (pierdere în greutate) [g]
5,88	9,0
7,22	3,4
11,00	1,4
16,60	0,7
20,80	0,5

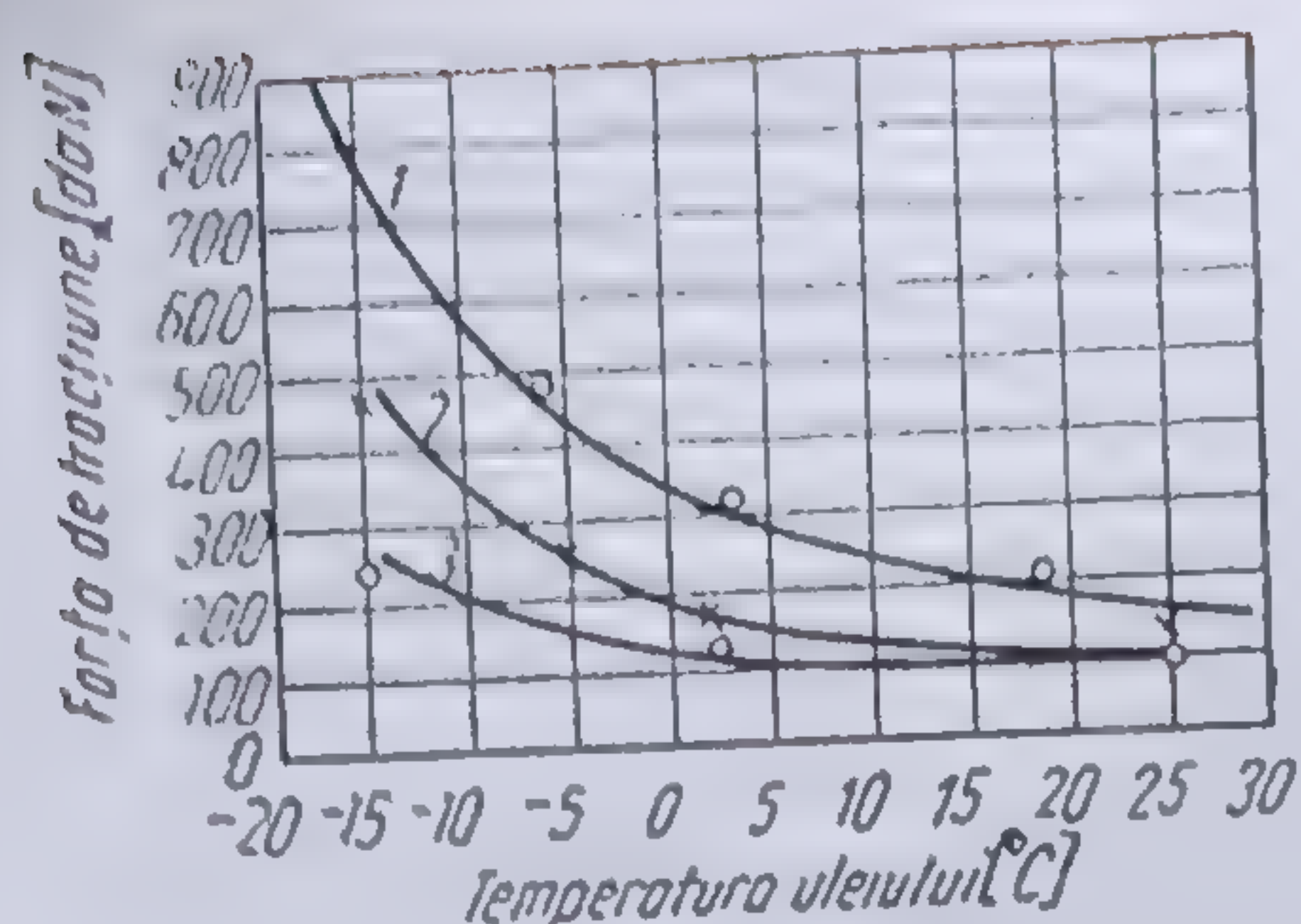


Fig. 2.19. Variația forței de tracțiune în funcție de sortimentul și temperatura uleiului :

1 — ulei de vară; 2 — ulei de iarnă; 3 — amestec 82% ulei de iarnă și 18% motorină.

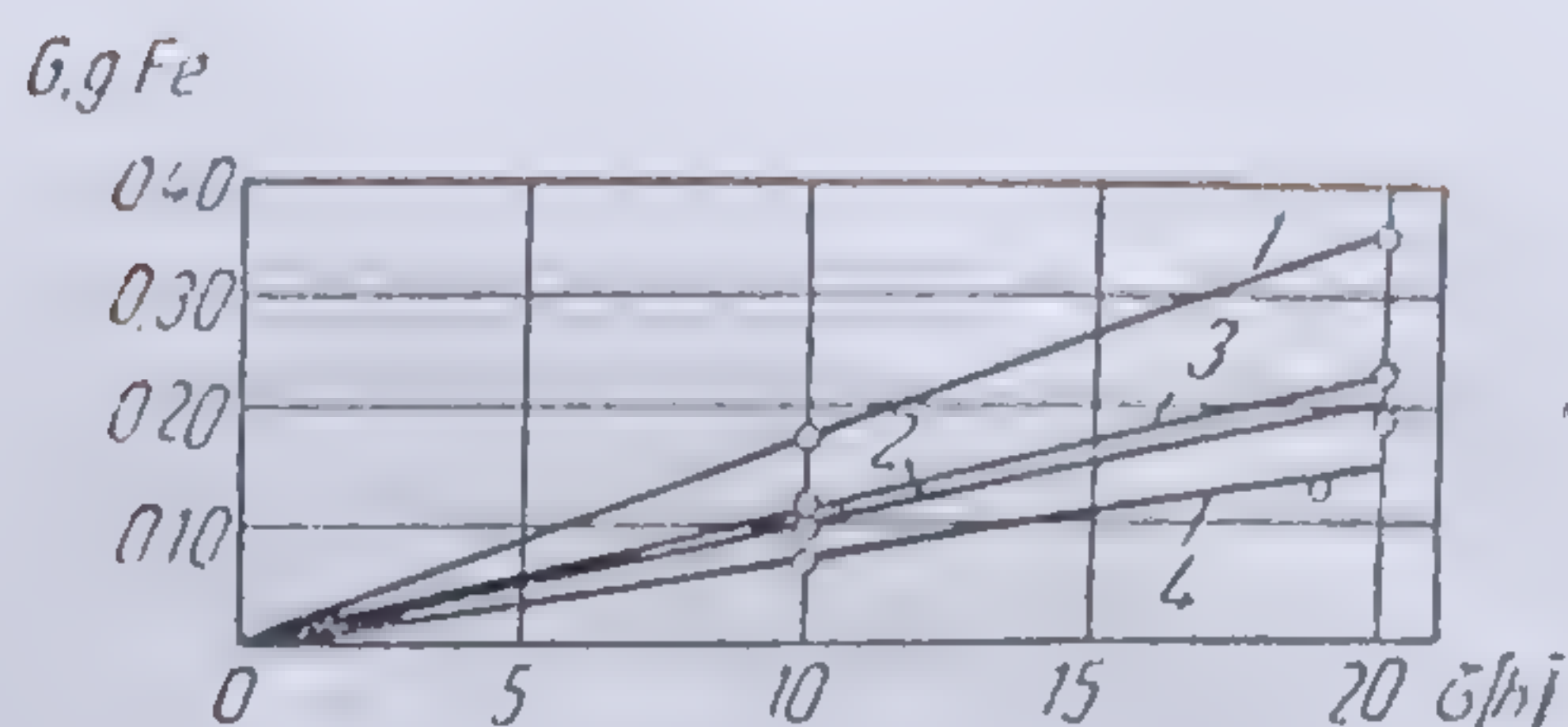


Fig. 2.20. Influența tipului uleiului asupra uzurii pieselor din reductorul central :

1 — ulei de iarnă; 2 — amestec 90% ulei de iarnă și 10% motorină; 3 — amestec 82% ulei de iarnă și 18% motorină; 4 — ulei de vară.

ficient de frecare mai mic. În condițiile unor presiuni extrem de mari (circa $3 \cdot 10^2$ N/mm² ce apar între dinții angrenajelor conice din reductorul central al multor automobile) uleiul nu permite menținerea unui film între suprafețele metalice și ele vin în contact direct. Dacă în acest caz și vitezele relative între suprafețele respective sînt mici, iar mișcarea este neregulată, cu șocuri, se pot produce uzuri mari și deteriorarea mecanismelor, împiedicînd funcționarea lor. Pentru a preveni aceste fenomene, trebuie să fie asigurate uleiurilor și, în special, celor de transmisie, proprietatea de onetuoșitate. Această capacitate se realizează printr-o reacție chimică care are loc între filmul de ulei și suprafața metalului.

Uleiurile rafinate posedă o anumită onctuoșitate însă ea trebuie ameliorată cu aditivi corespunzători: acizii grași și esterii lor (grăsimi animale și vegetale), unii compuși cu sulf și fosfor, diferite substanțe halogene, unii esteri sintetici ai acizilor grași etc.

Activitatea la coroziune a uleiurilor este dată în special de prezența rășinilor, a acizilor minerali, precum și a apei. Uleiul, împreună cu aditivi pe care îi conține, nu trebuie să producă coroziune chimică în contact cu suprafețele metalice. Experiențele făcute cu uleiuri, conținînd diferiți acizi, au arătat că acizii cu un număr mai mic de molecule, intensifică mai mult viteza reacției de coroziune decît acizii cu un număr mare de molecule. Aciditatea uleiurilor este exprimată prin cifre de aciditate, care reprezintă cantitatea de hidroxid de potasiu (exprimată în mg), necesară pentru neutralizarea substanțelor acide dintr-un gram de ulei. Aciditatea uleiurilor la introducerea în motor, în general, nu trebuie să depășească 0,050—0,20 mg KOH/g, însă, în timpul exploatării, ea crește rapid atîngînd valori de 1,5—2 mg KOH/g ulei.

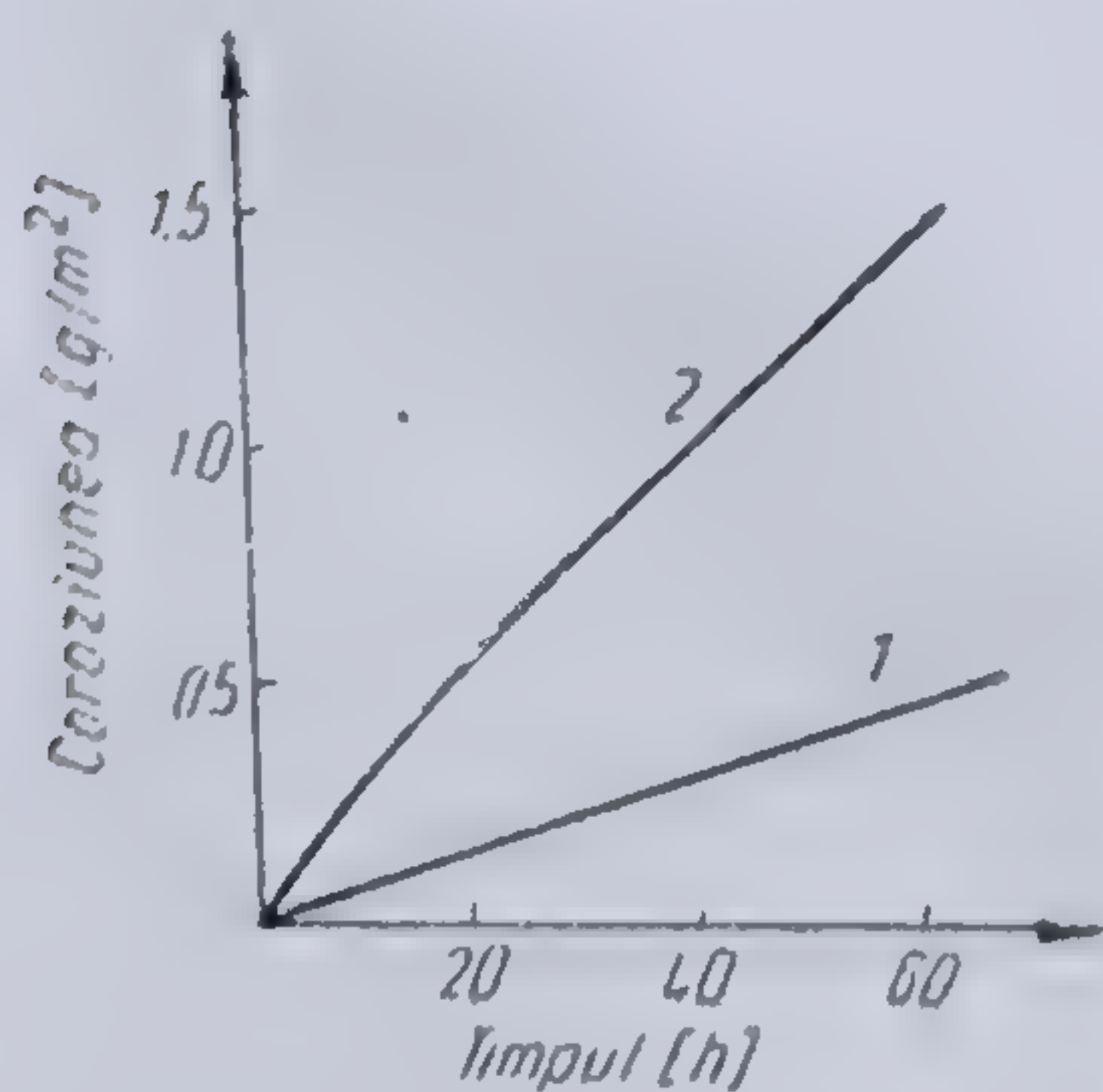


Fig. 2.21. Influența conținutului de apă, în ulei, asupra coroziunii aliajelor de plumb pentru lagăre : 1 — ulei fără apă; 2 — ulei + 0,5% apă.

Prezența apei, în ulei, accentuează, în special, coroziunea aliajelor cu plumb (folosite pentru lagăre, fig. 2.21) și a altor aliaje.

Stabilitatea la oxidare caracterizează rezistența chimică a uleiului de a forma compuși împreună cu oxigenul, de la cei mai simpli la cei mai complecși. În timpul utilizării uleiului în carterul motorului, sau în agregatele transmisiei, în funcție de temperatura suprafețelor metalice, care vin în contact, se pot forma diferiți compuși oxigenați cum ar fi: alcool, aldehydă, cetonă, lactonă, ester etc., precum și a unor produse de condensare: rășini, asfalturi etc.

Reducerea sau chiar eliminarea posibilității formării substanțelor de oxidare este deosebit de importantă deoarece prezența lor este dăunătoare, unele atacă metalele (acizii), altele măresc viscozitatea uleiului și se depun pe piesele motorului sau înfundă sistemul de ungere (rășinile, asfalturile). La temperaturile ridicate, din motoare, unele depuneri se solidifică sub formă de lacuri dure, aderente (fig. 2.22), care pot bloca segmentii în canalele lor, împiedicând astfel etanșarea pistonului cu cilindrul. Depunerile împiedică transmiterea căldurii și, împreună cu rugina, favorizează și participă la formarea și stabilizarea emulsiilor cu apă. Intensificarea procesului de formare a lacului, până la o anumită temperatură, se datorește proceselor de oxidare, polimerizare și condensare, iar frînarea lui este determinată de procesele de cracare și de carbonizare.

În vederea reducerii grosimii stratului de ulei în canalele de segmenti, pe mantaua pistonului, deci înlăturarea pericolului formării lacului pe aceste părți, este importantă alegerea corectă a jocurilor, realizarea etanșeității în mod eficient, respectarea nivelului uleiului din baie, utilizarea uleiului de viscozitate mai ridicată și altele.

Existența impurităților mecanice în ulei, datorită prezenței lor chiar în uleiul proaspăt, cât mai ales pătrunderii unor particule abrazive din praful atmosferic sau care se pot forma în procesul de ardere în cazul motoarelor, contribuie la producerea uzurii abrazive prin microzgîriere și microașchiere în cazul pieselor dure, sau prin deformări plastice locale în cazul pieselor din materiale moi, de antifricțiune.

În cazul motoarelor, acțiunea negativă a acestor impurități se poate diminua, în mod simțitor, prin realizarea unei filtrări eficace, prevederea în mod rațional a perioadelor de schimbare a uleiului din carter (fig. 2.23) și a elementelor de filtrare, din filtrele de ulei. Creșterea periodicității schimbării uleiului mărește uzura cămășilor de cilindri cu 10—60%, a segmentilor cu 25—50%, iar a cuzineților de bielă cu 40—100%.

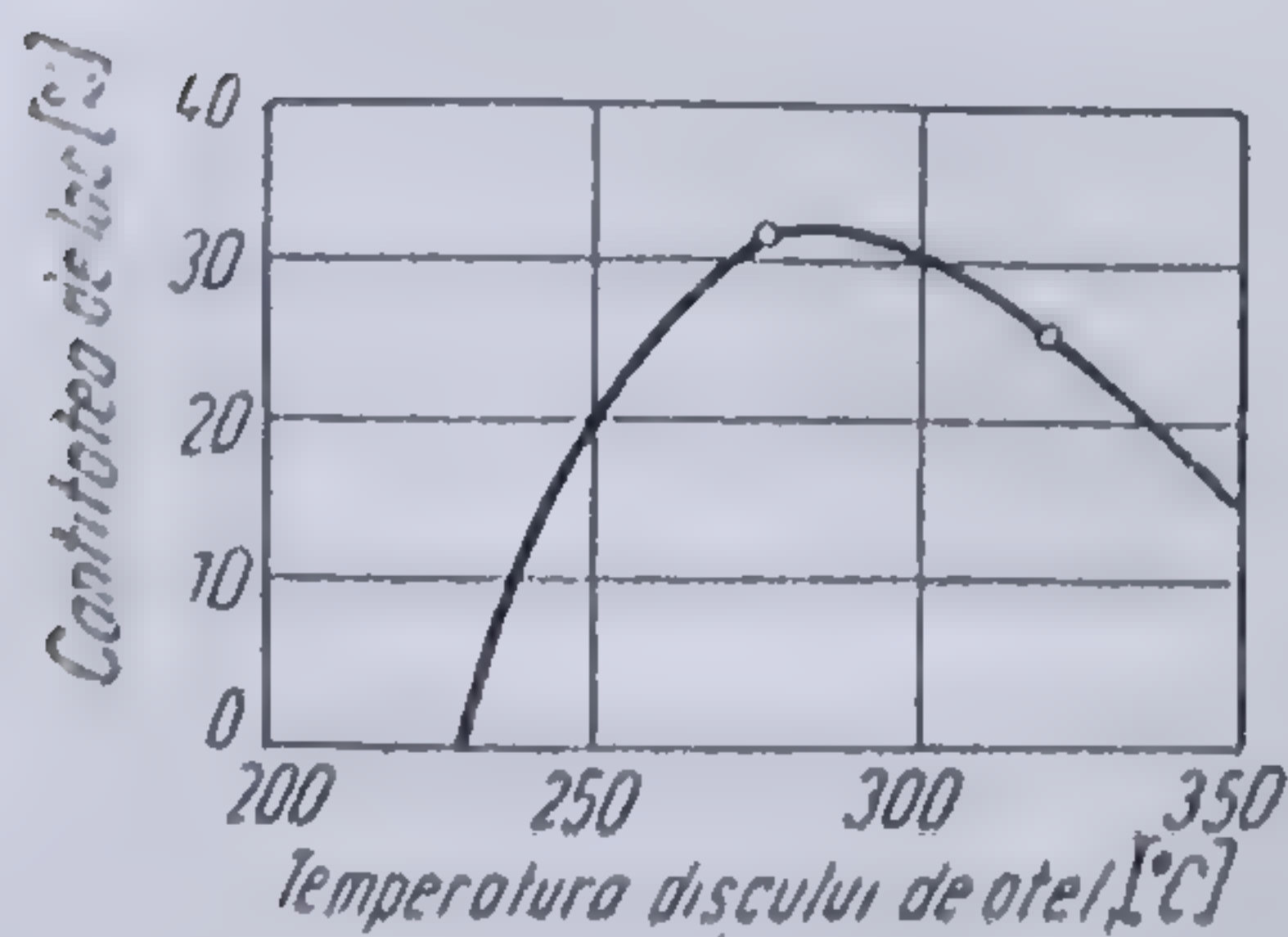


Fig. 2.22. Influența temperaturii suprafețelor metalice asupra cantității depunerilor solidificate sub formă de lacuri dure.

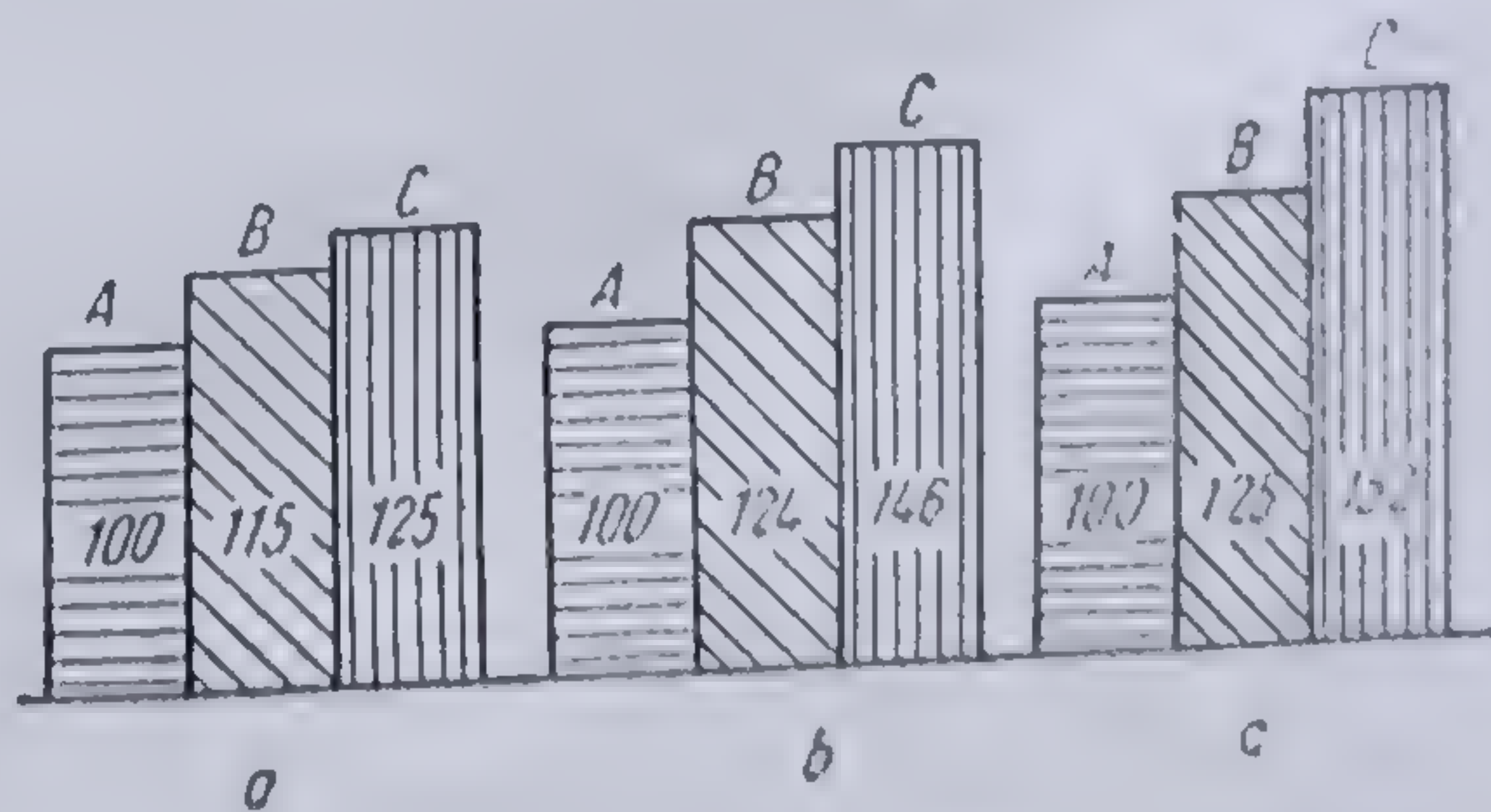


Fig. 2.23. Uzura relativă a pieselor unui motor, în funcție de perioada de schimbare a uleiului. [procente]:
a — bucșa cilindrului; b — segmentii de piston; c — cuzineți de bielă; A — periodicitatea schimbării uleiului la 9 000 km; B — periodicitatea schimbării uleiului la 18 000 km; C — fără schimbarea uleiului.

Influența combustibililor. În cazul motoarelor de automobile, în funcție de tipul lor, se utilizează *benzină*, dacă aprinderea amestecului are loc de la scînteie, și *motorină*, dacă aprinderea se produce datorită comprimării aerului din cilindrul motorului. Pot fi utilizate și alte tipuri de combustibili, dar răspîndirea lor, deocamdată, este foarte restrînsă și deci nu pot constitui obiectul unei analize.

Benzina influențează asupra fiabilității și durabilității motorului prin următoarele constante fizico-chimice: compoziția fracționară (în deosebi temperatura la sfîrșit de distilare), rezistența la detonație (caracterizată prin cifra octanică), conținutul de sulf și al compuşilor sulfului, cantitatea acizilor organici și prezența apei.

Cercetările experimentale arată că, buna funcționare a motorului cu aprindere prin scînteie depinde de *compoziția fracționară* a combustibilului, care exprimă ce cantitate de hidrocarburi au trecut în stare de vapori la diferite temperaturi, fiind cunoscut faptul că combustibilii pentru motoarele cu ardere internă sînt amestecuri de hidrocarburi.

Fiabilitatea și durabilitatea motoarelor este influențată de prezența fracțiunilor grele în combustibil. Cu cît componentele grele din benzină sînt mai numeroase, cu atît combustibilul se vaporizează mai greu, ceea ce influențează uzura motorului, precum și consumul specific de combustibil (tab. 2.8, unde prezența fracțiunilor grele s-a apreciat prin temperatura finală de distilare).

Tabelul 2.8

Variația uzurii și consumului specific de combustibil, funcție de temperatura finală de distilare

Temperatura finală de distilare a benzinei, [°C]	Uzura [%]	Consumul specific de combustibil, [%]
175	97	98
200	100	100
225	200	107
250	500	147

Fracțiunile grele, ajunse în cilindru, se vaporizează numai parțial. O parte din ele suferă transformări chimice în faza lichidă și ard incomplet, deci contribuie la creșterea cantității de calamină din camera de ardere, iar o altă parte ajung la oglinda cilindrului sub formă de peliculă lichidă și pătrund în carter, provocînd, concomitent, și spălarea filmului de ulei, ceea ce creează posibilitatea apariției frecării uscate între piston și cilindru. Benzina ajunsă în ulei îl diluează, se mărește astfel cantitatea de ulei ce trece prin neetanșeități (între segmenti și piston, precum și între supapă și ghid) în camera de ardere, care provoacă sporirea formării calaminei pe capul pistonului.

Acordarea greșită a calității combustibilului cu motorul, poate provoca funcționarea cu *ardere cu detonație* care este însoțită de zgomote metalice puternice, de scăderea puterii și creșterea consumului specific de combustibil și de apariția supraîncălzirii motorului. La funcționarea mai îndelungată în astfel de condiții, uzura motorului crește (fig. 2.24, a), și pot apărea avarii grave, ca de exemplu, spargerea capului pistonului (fig. 2.24, b), topirea supapelor de evacuare etc. În acest fel apariția fenome-

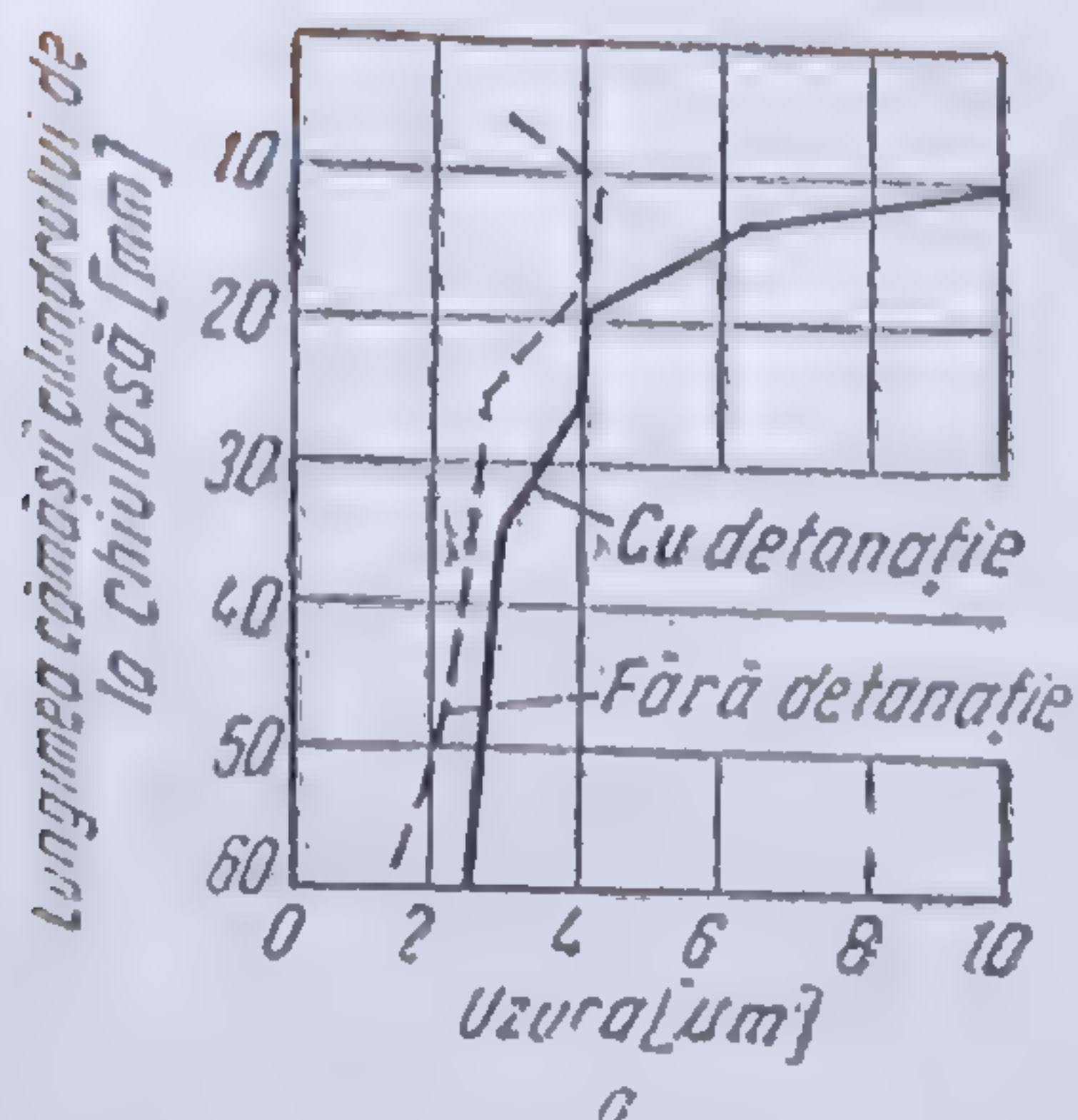


Fig. 2.24. Urmările arderii cu detonație :
a — uzura cămășii de cilindru ; b — avarierea capului pistonului.

nului de detonație în motor trebuie combătută și aceasta, în primul rînd, prin alegerea corectă a cifrei octanice a benzinei, precum și printr-o stabilitate ridicată a acestei proprietăți în funcție de condițiile de depozitare și manipulare, ca și în funcție de timpul de păstrare.

Nu este recomandabilă însă, nici utilizarea benzinei cu cifră octanică prea ridicată într-un motor cu raport de comprimare scăzut, deoarece ea este formată în mare parte din amestecuri de hidrocarburi cu structură chimică mai compactă (izoparafine, aromatice), fiind necesare, pentru aprinderea amestecului și arderea lui, o energie de activare mai mare, care se asigură mai greu de către un motor cu raport de comprimare mai mic. Aceasta ar provoca prelungirea arderii mult în timpul descinderii și ar crește temperatura gazelor arse, în consecință după un anumit timp de funcționare s-ar putea produce arderea supapei de evacuare, a electrozilor bujiei etc.

Analizînd corelația dintre cifra octanică și compoziția fracționară a benzinei (fig. 2.25), se poate remarca scăderea rezistenței la detonație pe măsura creșterii fracțiunilor grele. Este explicabil de ce, amestecul din unii cilindri detonează mai ușor, fiindcă există, în funcție de arhitectura colectorului de admisie, o repartizare neuniformă a fracțiunilor între cilindrii motorului și deci și o distribuție neuniformă a cifrei octanice.

Prezența în combustibil a sulfurii sau compușilor sulfurii constituie o sursă principală pentru coroziune. Conținutul de sulf în țitei variază între 0,1 și 8% și depinde de locul de extracție a țiteiului. În benzină procentul de sulf trebuie să fie foarte scăzut și această cantitate depinde de puritatea țiteiului și de tehnologia de rafinare. În țara noastră conținutul maxim de sulf este limitat (prin STAS 176—65) la benzinele cu COR 75 și 90 la 0,05%, iar pentru benzina COR 98 E 0,03%.

Sulful obținut acționează asupra metalelor (Me) formînd sulfuri :



Coroziunea are loc chiar și la 1 mg sulf elementar în 100 mm³ de combustibil.

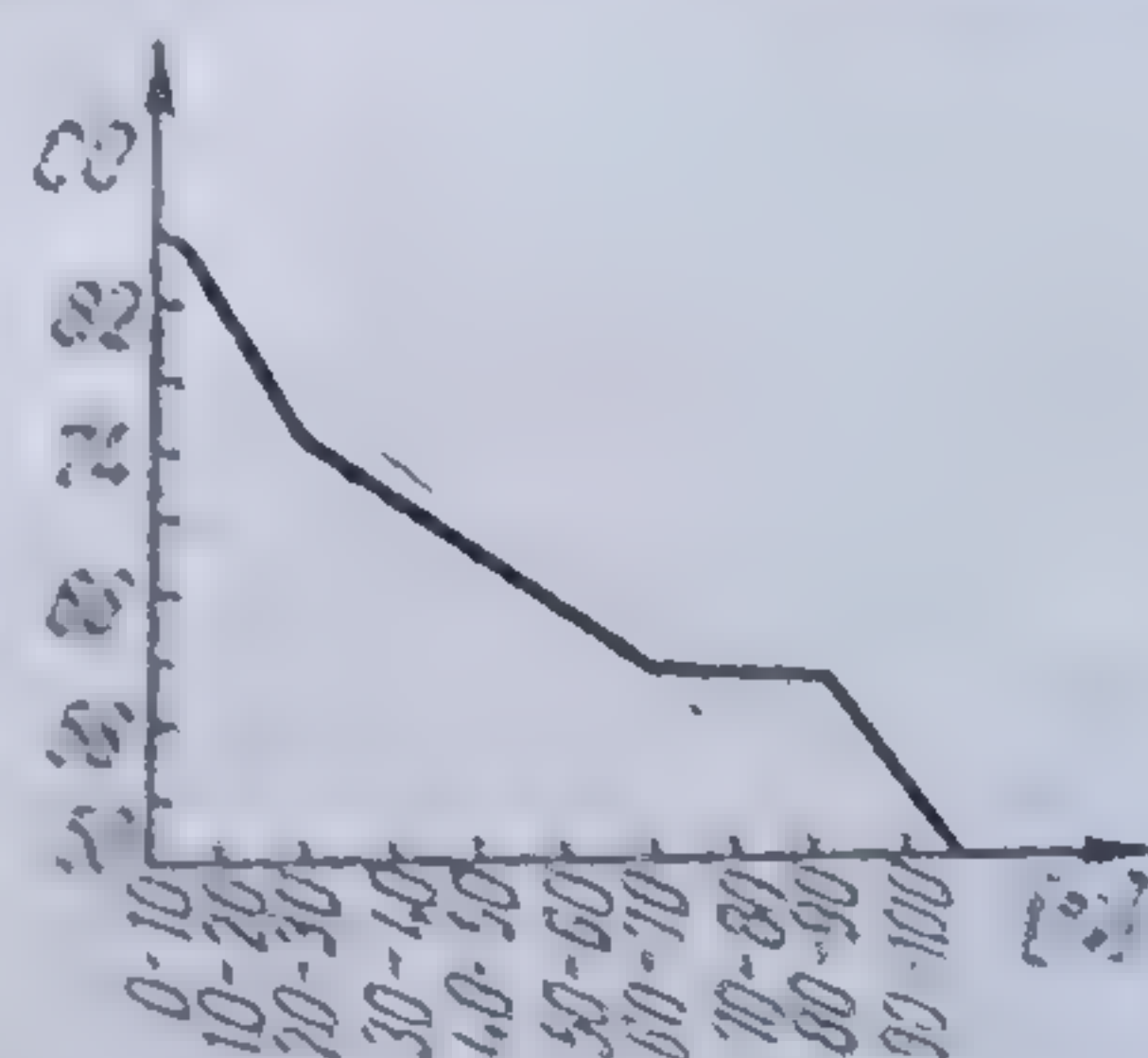


Fig. 2.25. Corelația între cifra octanică și compoziția fracționară a benzinei.

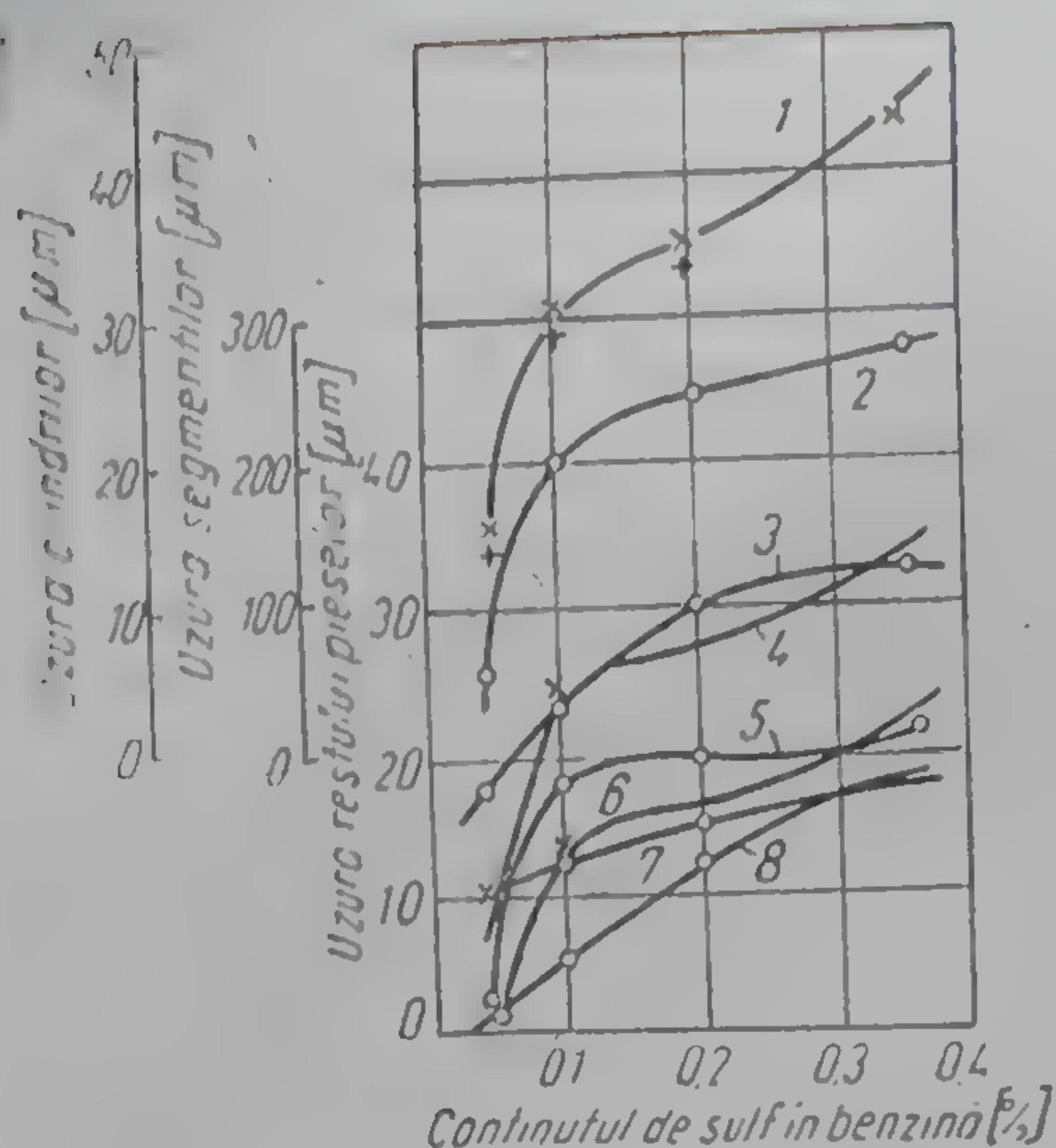


Fig. 2.26. Influența conținutului de sulf din benzină asupra uzurii principalelor piese din motor :

1 — cilindrul motor ; 2 — primul segment de compresie ; 3 — fusul maneton de la arborele cotit ; 4 — ghidul supapei ; 5 — bosajul bolțului din piston ; 6 — alezajul capului bielei ; 7 — alezajul piciorului bielei ; 8 — tija supapei.

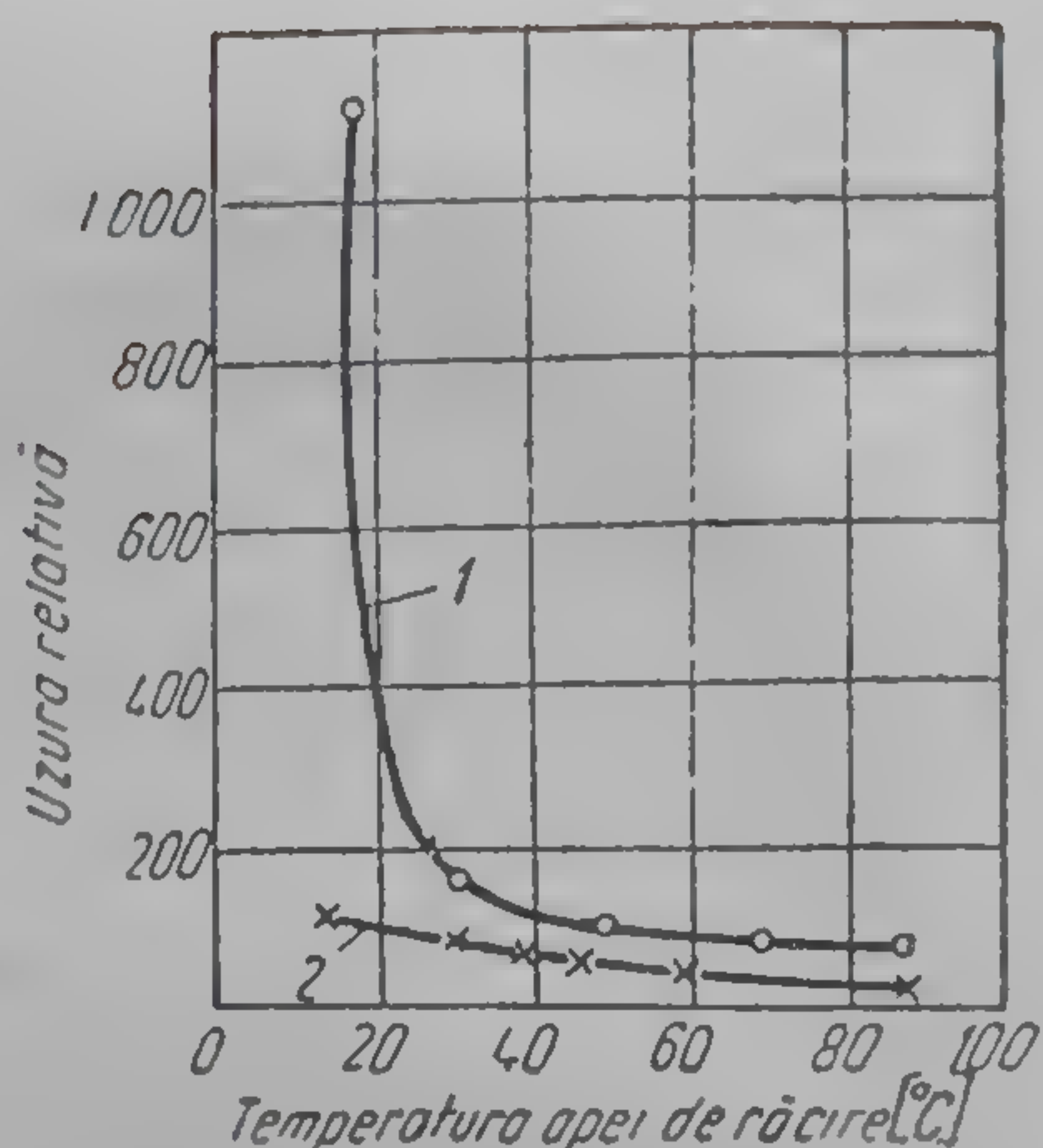


Fig. 2.27. Variația uzurii în funcție de temperatura lichidului de răcire :

1 — benzină cu conținut de sulf de 1,5% ;
2 — idem, cu 0,08%.

Hidrogenul sulfurat (H_2S) acționează asupra fierului, plumbului, stibiului, cuprului și aliajelor de cupru, formînd sulfuri după reacția :



Mercaptanii (RSH) acționează asupra nichelului, plumbului, cuprului etc., formînd compuși de forma :



Totuși o mare parte din sulful conținut în benzină se oxidează în urma procesului de ardere și formează oxizi de sulf (SO_2 și SO_3), care împreună cu vaporii de apă dau acizii sulfuric și sulfuros.

În figura 2.26 se indică influența conținutului de sulf din benzină asupra uzurii principalelor piese din motor, se observă că sub 0,1% sulf în benzină uzura scade în mod brusc, fapt ce justifică limitarea conținutului de sulf la maximum 0,05%.

Una din piesele cele mai importante o constituie cilindrul. La acesta un rol hotărîtor în dezvoltarea uzurii prin coroziune îl are temperatura oglinzii lui, deoarece dacă aceasta coboară sub punctul de rouă produsele agresive din gazele de ardere se condensează pe cilindru.

Deoarece temperatura cilindrului depinde în mod direct de temperatura apei de răcire, în vederea menținerii unui regim termic, peste punctul de rouă, este necesară respectarea intervalului de temperatură optimă pentru apa de răcire. Din diagrama prezentată în figura 2.27 rezultă această corelație, în special în cazul benzinei cu conținut ridicat de sulf.

Rezultatele experimentale arată că, prin creșterea acidității se intensifică depunerile de calamină, ceea ce mărește uzura abrazivă a pisto-

nului, a segmentilor și a cilindrului. Pătrunderea în carter a benzinei, cu aciditate mare, mărește aciditatea organică a uleiului din carter, ceea ce contribuie la coroziunea cuzinetilor de bronz și plumb.

Apa prezentă în combustibil atacă suprafețele metalice, corodându-le. Dacă apa conține săruri (clorură de sodiu, de calciu și magneziu) depunerea acestora în cilindru mărește uzura. Prin STAS 176—65 este interzisă prezența apei în benzină.

Motorina poate influența asupra uzurii motorului prin nerespectarea unor limite ale următoarelor proprietăți ale ei: viscozitatea, cifra cetică, compoziția fracționară, conținutul de sulf, de cenușă, impuritățile mecanice și aciditatea organică.

Viscozitatea motorinei manifestă o influență însemnată asupra procesului de formare a amestecului și arderii în motoare, precum și asupra uzurii pieselor de mare precizie ale echipamentului de injecție.

Prin utilizarea combustibilului cu viscozitate scăzută, se mărește unghiul de dispersie al jetului și în consecință scade penetrabilitatea lui în camera de ardere. De aceea aerul care se găsește în camera de ardere este utilizat parțial, lucru ce duce la o ardere incompletă, cu fum mult, în gazele de evacuare.

Prin utilizarea combustibilului cu viscozitate ridicată se micșorează unghiul de dispersie a jetului și se mărește penetrabilitatea lui; o parte din combustibil va ajunge la pereții camerei de ardere, ceea ce va influența calitatea formării amestecului, viteza de vaporizare și durata procesului de ardere. Înăutățirea procesului de ardere se constată prin creșterea consumului specific de combustibil și prin conținutul de fum în gazele de evacuare (tab. 2.9).

Tabelul 2.9

Influența viscozității motorinei asupra consumului specific de combustibil și asupra conținutului de funingine

Densitatea relativă la 20°C	0,886	0,892	0,905	0,906	0,922	0,925	0,929
Viscozitatea la 50°C, cS	7	9	15	16	40	49	65
Consumul specific de combustibil, în g/kWh	334	340	335	340	353	428	446
Conținutul de funingine (în unități convenționale)	77	76	82	—	85,6	95	95,8

Din cele expuse rezultă necesitatea utilizării unor combustibili cu o viscozitate care asigură simultan, atât o ardere bună cât și o uzură redusă pieselor din sistemul de injecție (tab. 2.10).

Tabelul 2.10

Variația uzurii în funcție de viscozitatea motorinei

Viscozitatea combustibilului, °E20	1,08	1,16	1,60	1,63	1,86	2,60
Uzura medie a pistonului plonjor, după 550 h de funcționare, g	1,5	2,0	1,5	2,3	3,8	4,5

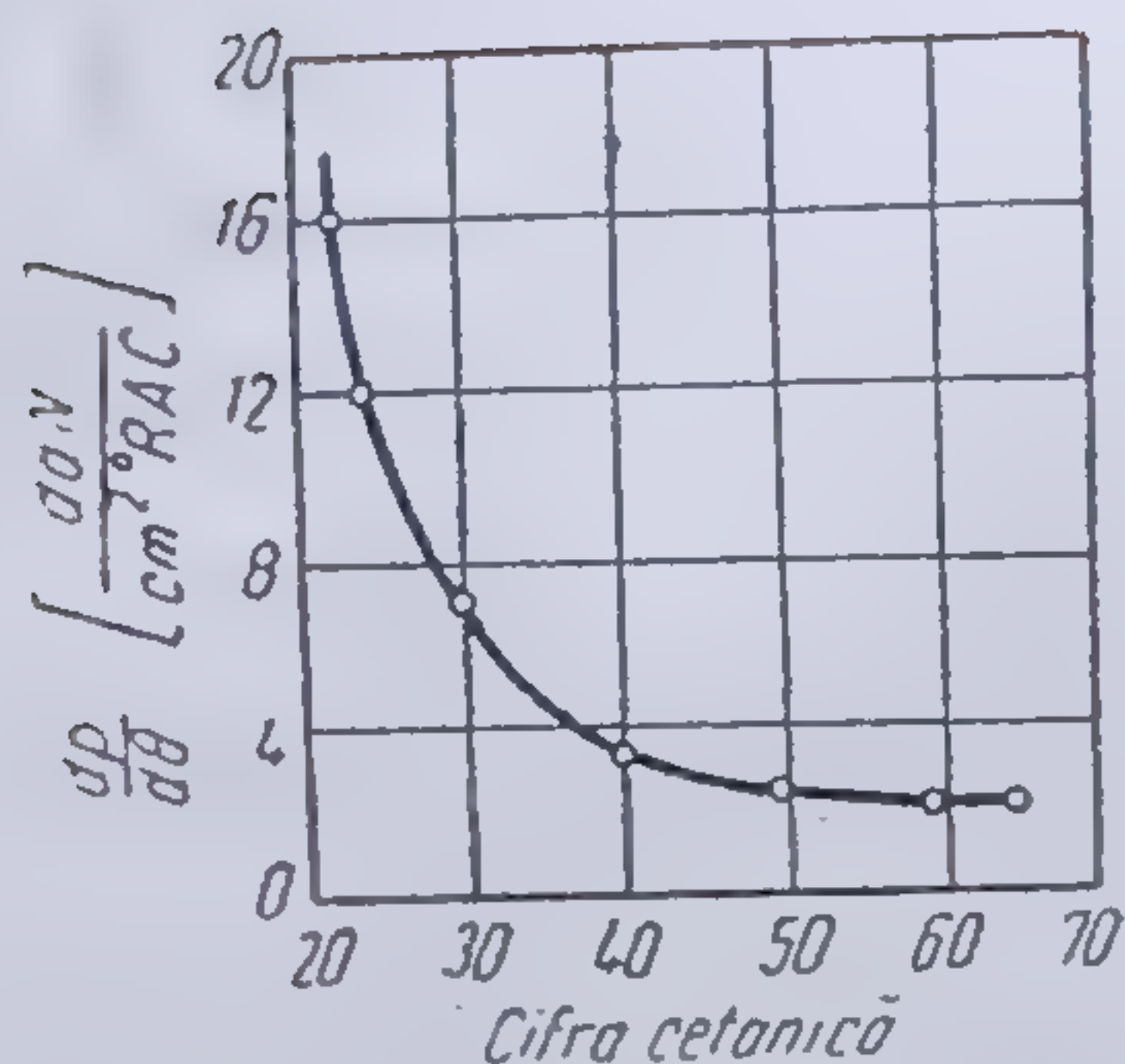


Fig. 2.28. Variația vitezei de creștere a presiunii în timpul arderii în funcție de cifra cetanică a motorinei.

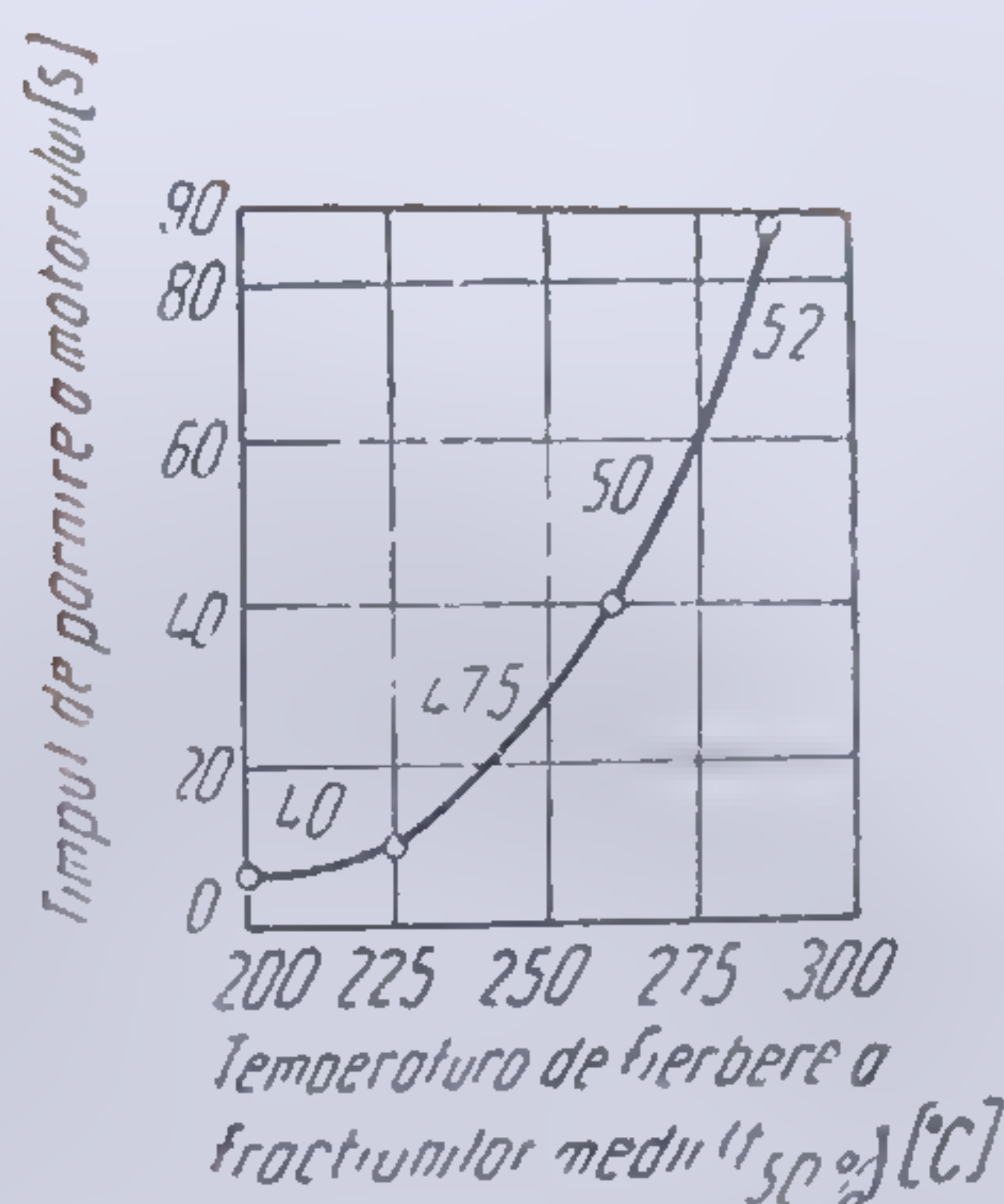


Fig. 2.29. Variația timpului de pornire a motorului în funcție de compoziția fracționară a motorinei.

Cifra cetanică este criteriul principal de apreciere a calităților la autoaprindere ale combustibilului. Astfel, pe măsura scăderii cifrei cetanice crește perioada de întârziere la autoaprindere, ceea ce va produce o funcționare dură a motorului (caracterizată prin viteza de creștere a presiunii în timpul arderii $dp/d\theta$), din care cauză se vor mări și sarcinile mecanice care acționează asupra pieselor mecanismului motor (fig. 2.28). Influență mai pronunțată însă are cifra cetanică asupra vitezei de creștere a presiunii sub valoarea de 40.

În schimb, motorinele cu cifră cetanică mare, provenind din fracțiuni parafinoase, au cifre de congelare ridicate și utilizarea lor provoacă neajunsuri la utilizarea motorinei la temperaturi joase. De asemenea, ridicarea cifrei cetanice, peste 60—65, produce în anumite cazuri o majorare a consumului de combustibil. Toate acestea explică de ce în norme și standarde se recomandă cifre cetanice medii, alegerea valorii optime trebuind să se facă în funcție de tipul motorului și de condițiile de exploatare.

Compoziția fracționară a motorinei exercită o influență deosebit de importantă asupra fiabilității motorului, deoarece intervine atât în procesul de formare a amestecului și arderii (modificând consumul specific de combustibil și gradul de duritate a mersului motorului), cât și în procesul de uzură (prin prelungirea duratei de pornire a motorului, fig. 2.29). Cifrele de pe curba din figură indică cifra cetanică a combustibilului, care crește o dată cu mărirea fracțiunilor grele. Cu toată creșterea cifrei cetanice, la creșterea temperaturii medii de la 225 la 285°, timpul de pornire crește de nouă ori.

O influență mare asupra uzurii are prezența sulfurii în motorină, în deosebi în funcționarea motorului cu temperaturi scăzute ale apei din sistemul de răcire.

Impuritățile mecanice care se află în combustibil sub formă de depunere, sau în stare de suspensie (praf, nisip, rugină etc.), sînt foarte dăunătoare pentru fiabilitatea unor piese principale ale motorului mai ales pentru organele echipamentului de injecție.

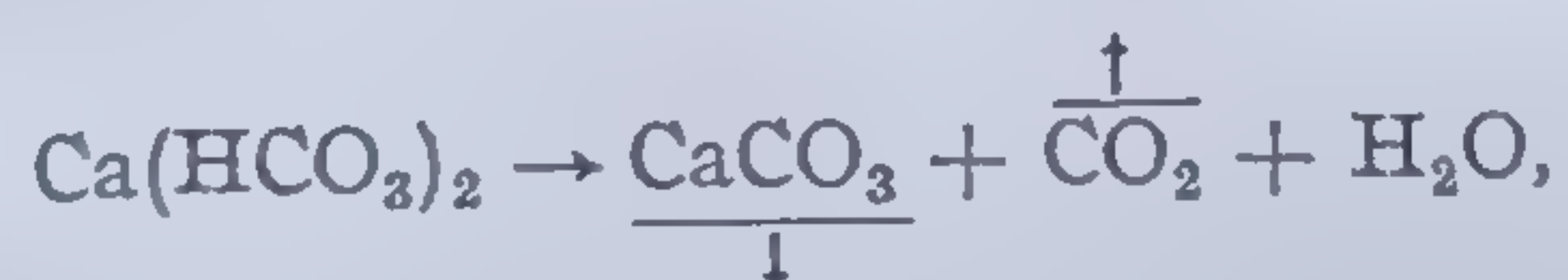
Practica exploatării motoarelor diesel a arătat că în prezența impurităților mecanice foarte des se produce griparea acului în corpul pulverizatorului. În urma gripării acului, orificiul pulverizatorului rămîne

permanent deschis, iar motorina se scurge continuu prin pulverizator, ceea ce conduce la cocsarea injectorului.

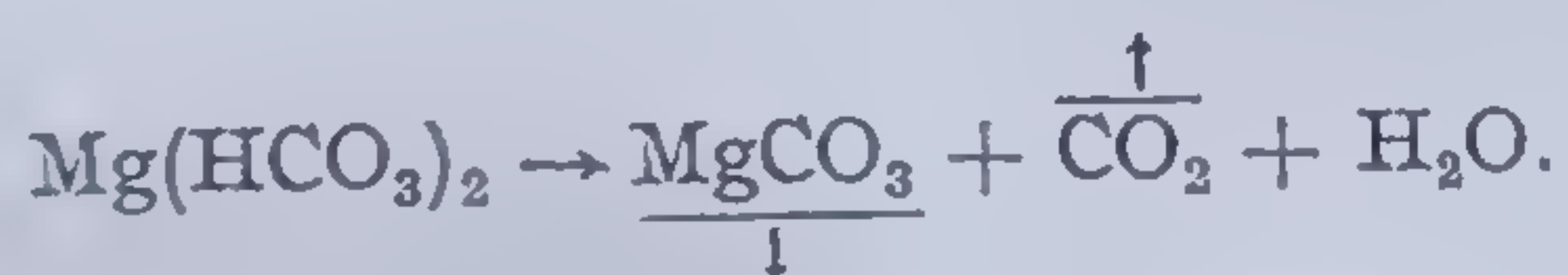
Influența apei de răcire. Apa naturală folosită pentru răcirea motoarelor, conține, întodeauna, în afara impurităților mecanice și o anumită cantitate de săruri dizolvate, din care sărurile minerale determină duritatea apei cu consecințe nedorite asupra stării termice a motorului. Duritatea apei poate fi temporară, permanentă sau totală.

Duritatea temporară este determinată de solubilitatea diferită a bioxidului de carbon în apă la diferite temperaturi. Cu ridicarea temperaturii solubilitatea bioxidului de carbon în apă scade, ceea ce duce la înrăutățirea echilibrului compuşilor cu bicarbonat. Cele mai importante săruri, care dau duritatea temporară a apei, sînt bicarbonatul de calciu — $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ și bicarbonatul de magneziu — $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. La aceste săruri se mai poate adăuga silicatul de calciu — CaSiO_3 și altele.

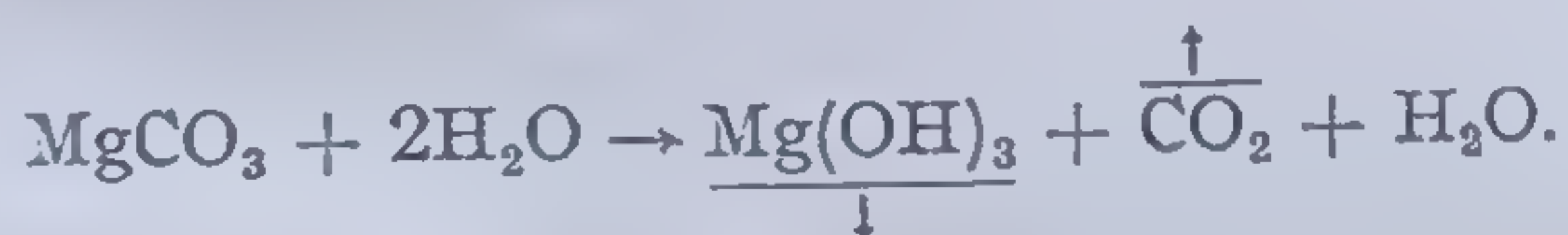
Reacțiile de descompunere termică se produc după următoarea schemă:



și



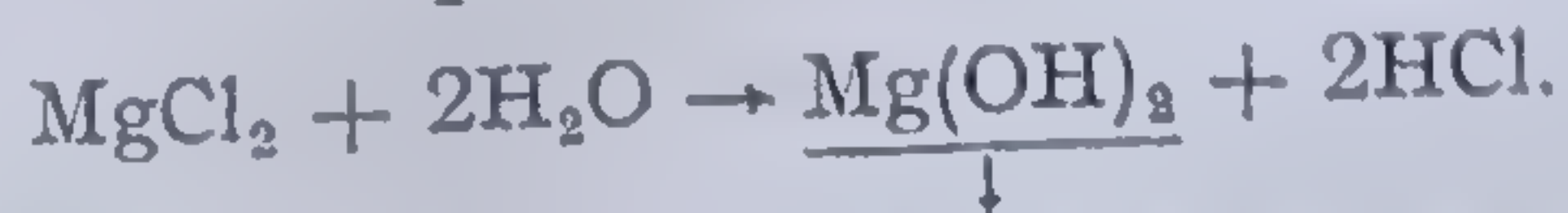
Pe urmă carbonatul de magneziu este supus unor reacții de hidroliză cu depunere de hidroxid de magneziu insolubil în apă:



Formarea crustelor de piatră, datorită durității temporare a apei, este favorizată în special în timpul iernii, cînd pentru a feri instalația de răcire, de îngheț, se elimină lichidul din sistem la terminarea activității zilnice de transport și se umple cu apă proaspătă în ziua următoare. În felul acesta, se introduce în continuu apă naturală în instalația de răcire și deci și sărurile care au aceste proprietăți de duritate.

Duritatea permanentă este condiționată de concentrația unor săruri în apă indiferent de temperatura ei. Duritatea permanentă este dată în principal de sulfatii, clorații și silicații de calciu și magneziu (CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , CaSO_3) și altele. Aceste săruri sînt foarte dăunătoare, deoarece reacționînd cu apa, în afară de crusta de piatră, produc acid clorhidric sau sulfuric, care corodează intens metalul.

Reacțiile se produc după următoarea schemă:



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ este o substanță insolubilă în apă. Ea se precipită sub forma unei cruste solide. Acidul clorhidric rămas în soluție corodează intens pereții metalici.

Caracteristicile crustei depind mai ales de prezența în apă a sulfatului de calciu și silicaților. Ipsosul (CaSO_4), care produce o crustă extrem de dură și clorura de magneziu (MgCl_2), care în apă la temperatură

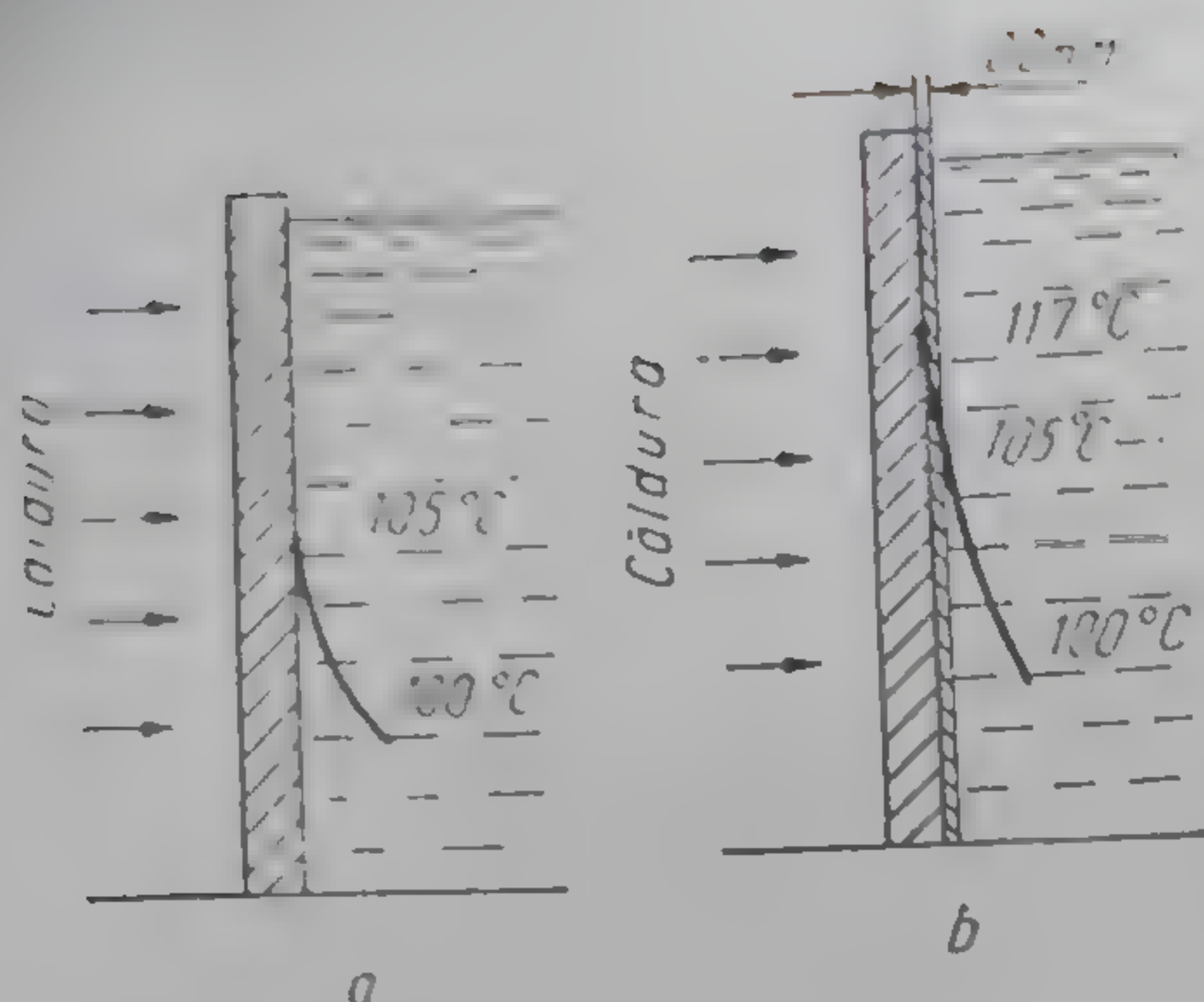


Fig. 2.30. Variația temperaturii pereților cilindrilor în funcție de prezența crustei de piatră.

ridicată se hidrolizează, sînt cele mai vătămătoare. Crustele care conțin siliciu se caracterizează printr-un coeficient foarte mic de conductibilitate termică.

Formarea crustelor de piatră datorită durtății permanente a apei este determinată în special de evaporarea apei din instalația de răcire în timpul verii cînd, pentru a menține un nivel normal, se completează în permanență sistemul cu o cantitate corespunzătoare. În aceste condiții se poate mări concentrația sărurilor în lichidul de răcire pînă la cea critică, cînd apar reacțiile amintite mai înainte.

Ținînd cont de influența deosebit de defavorabilă a apei dure asupra regimului termic și de încărcarea termică a motorului, trebuie folosită apă moale și curată. De aceea, cînd nu este posibilă utilizarea apei cu duritate redusă (în special apă distilată), se vor folosi diferite metode pentru reducerea durtății apei.

Utilizarea apei dure în sistemul de răcire al motorului contribuie la formarea intensivă a pietrei pe pereții cămășilor de răcire din blocul cilindrilor și chiulasei, pe racordurile și elementele radiatorului.

Piatra care se formează pe pereții pieselor sistemului de răcire posedă un coeficient de conductibilitate termică extrem de scăzut. Această piatră împiedică transferul de căldură de la pereții calzi la apa de răcire și înrăutățește schimbul de căldură în radiator, ceea ce va contribui la încălzirea excesivă a motorului.

În figura 2.30, a este reprezentată schematic diferența de temperatură între perețele exterior al cilindrului și apa de răcire în cazul suprafeței curate, iar în figura 2.30, b, situația cînd există o crustă de silicați cu o grosime de 0,2—0,3 mm. Gradul de înrăutățire a transferului de căldură se poate evalua prin compararea coeficientului de conductibilitate termică pentru metal, cu cel pentru crusta de piatră.

Astfel, de exemplu, pentru fontă $\lambda = 43$ kcal/mh°C, iar pentru silicați 0,2—0,5 kcal/mh°C, fapt ce explică creșterea rapidă a temperaturii pereților cilindrului cu 10...15°C la o grosime de numai 0,2 mm a stratului de piatră. Deoarece grosimea crustei de piatră poate depăși ușor această valoare este de înțeles pericolul pe care îl are asupra transferului de căldură.

Creșterea de temperatură nu poate fi semnalată de aparatele de control, întrucît acestea măsoară temperatura apei. Dacă crusta nu este îndepărtată la timp, încărcarea termică în piesele motorului va crește, ceea ce poate mări tensiunile interne, care produc deformări, crăpături etc.

Prezența stratului de crustă este periculoasă și pentru faptul că în anumite împrejurări aceasta se poate fisura și lichidul de răcire vine în contact direct cu pereții metalici supraîncălziți, provocînd tensiuni interne din cauza răcirii bruște și avînd drept urmări apariția de crăpături în pereții respectivi.

Influența condițiilor de exploatare asupra fiabilității. Din ciclul duratei de viață a unui automobil faza cea mai lungă, și care de fapt este obiectul tuturor acțiunilor întreprinse din fazele anterioare, este perioada utilizării produsului în exploatare, când trebuie realizate obiectivele propuse, la parametrii prevăzuți din proiectare, cu indici de fiabilitate ridicați. De aceea, are o deosebită importanță evaluarea tuturor factorilor care influențează asupra siguranței funcționării automobilului în această perioadă în vederea eliminării sau diminuării efectului lor negativ.

Factorii de bază ai condițiilor de exploatare care influențează asupra fiabilității sînt condițiile de drum, condițiile climaterice, regimul de exploatare, calitatea conducerii și calitatea întreținerii și reparației automobilului. Aproape toți acești factori sînt în interdependență. Astfel, regimul de sarcină într-o mare măsură este determinat de condițiile de drum și în permanență depinde de calitatea conducerii automobilului. Starea drumului depinde de condițiile climaterice, care influențează și asupra stării tehnice a agregatelor și asupra calității întreținerii tehnice. Durata de serviciu a automobilului în condiții date este rezultatul acțiunii concomitente a tuturor factorilor menționați.

Influența condițiilor de drum asupra fiabilității. Starea și profilul drumului influențează asupra automobilului prin: viteza de mișcare, mărimea, frecvența și caracterul sarcinilor de solicitare, care acționează asupra pieselor sistemului de rulare, suspensiei, agregatelor transmisiei și caroseriei; regimul de lucru al motorului; numărul cuplărilor și decuplărilor la ambreiaj și cutia de viteze; frecvența acționării asupra instalației de frînare și sistemului de direcție; cantitatea și proprietățile prafului și noroiului care acționează asupra agregatelor automobilului; dificultatea conducerii și întreținerii.

Analizînd corelația între starea drumului și gradul de solicitare a pieselor automobilului se poate evidenția existența unei proporționalități inverse între aceste solicitări și durata lor de funcționare.

O creștere moderată a sarcinii, poate provoca o micșorare rapidă a fiabilității pieselor automobilului.

De exemplu, durata de serviciu calculată a rulmenților la dublarea sarcinii se micșorează de zece ori. Arcurile, care rezistă pe standul de încercări la aproximativ 100 mii de cicluri la tensiunea maximă, vor corespunde pentru această solicitare pe autostradă un parcurs de circa 150 mii km, iar pe terenurile fără drum acest parcurs poate suferi o reducere de aproximativ 10 ori.

Un alt exemplu este dat în figura 2.31 privind durata de serviciu a rulmenților cutiei de viteze care depinde de mărimea perioadei de funcționare la treapta I.

Un parametru important pentru aprecierea influenței drumului asupra agregatelor automobilului și, în special asupra motorului, este numărul de rotații al arborelui cotit pe unitate de parcurs (n_p) care se poate stabili cu relația:

$$n_p = \frac{1\,000}{2\pi} \frac{i_o \cdot i_k}{r_r} [\text{rot/km}],$$

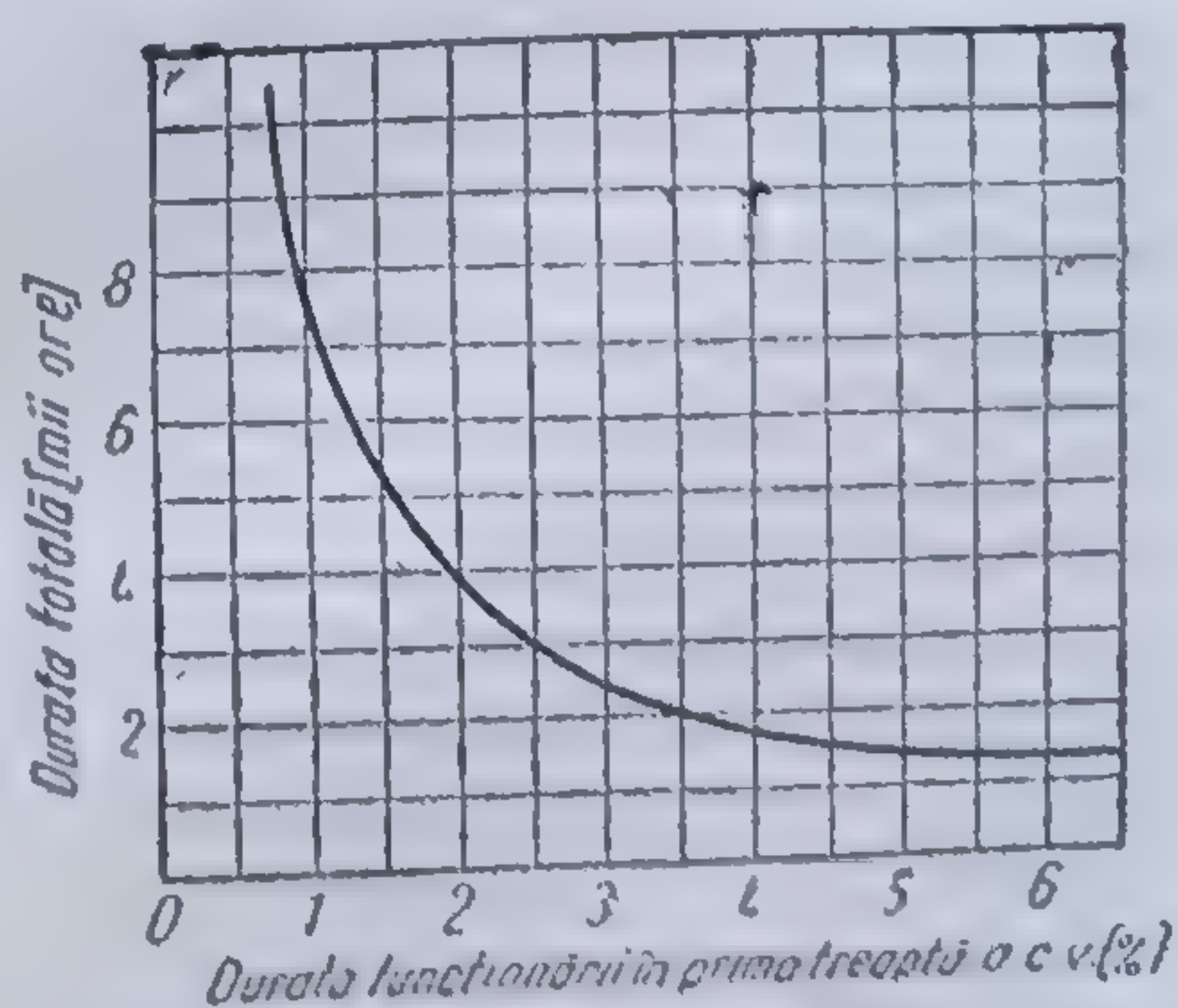


Fig. 2.31. Durata de serviciu a rulmenților cutiei de viteze (c.v.) în funcție de ponderea duratei de funcționare în prima treaptă.

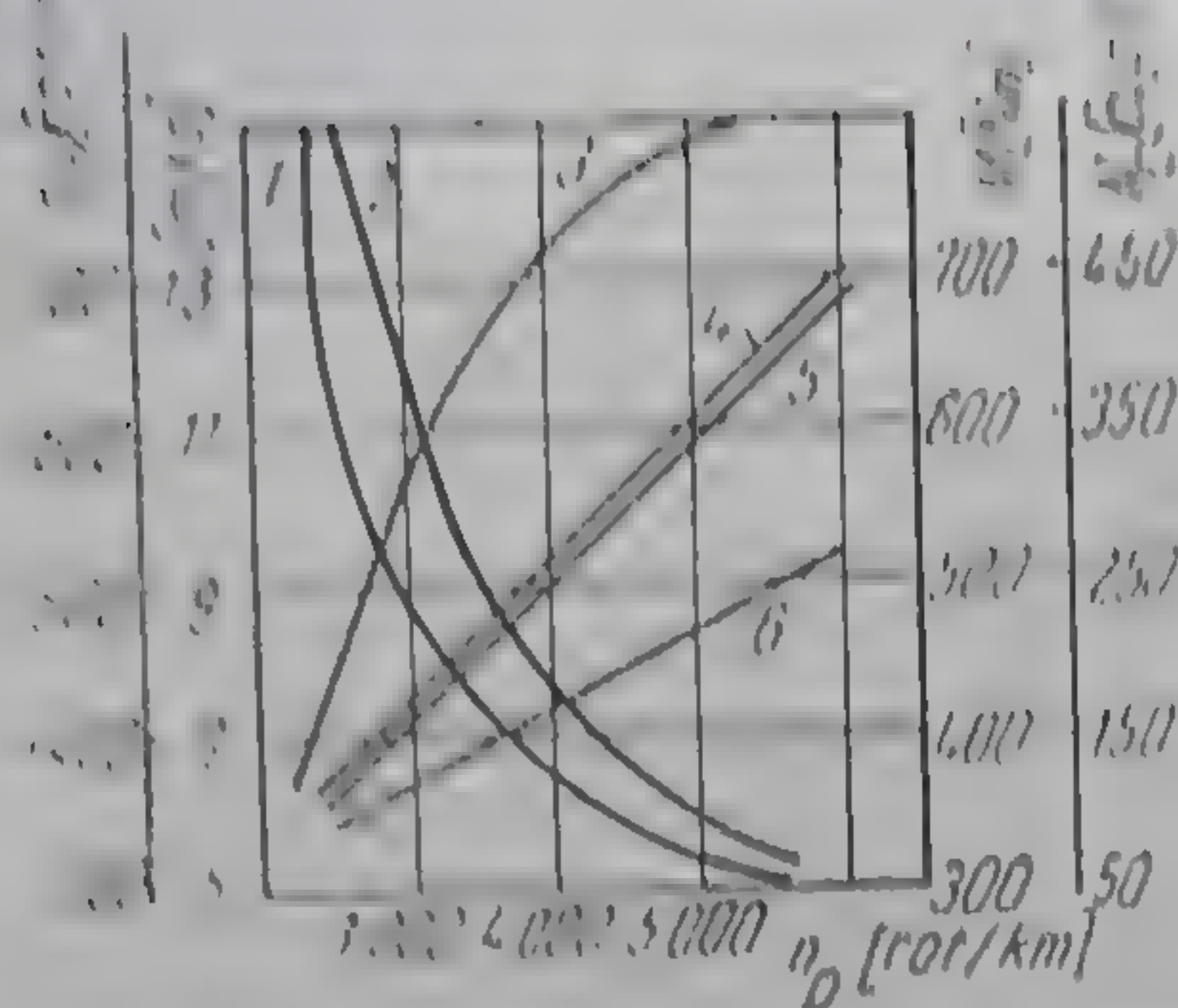


Fig. 2.32. Correlația între rotația arborelui cotit pe unitatea de parcurs la GAZ-51 :
 1 — viteză medie tehnică; 2 — turația arborelui cotit; 3 — momentul la roata motoare; 4 — numărul decuplărilor la ambreiaj pe 100 km de drum; 5 — numărul schimbărilor treptelor din cutia de viteză pe 100 km de drum; 6 — numărul acționărilor pe pedala de frână.

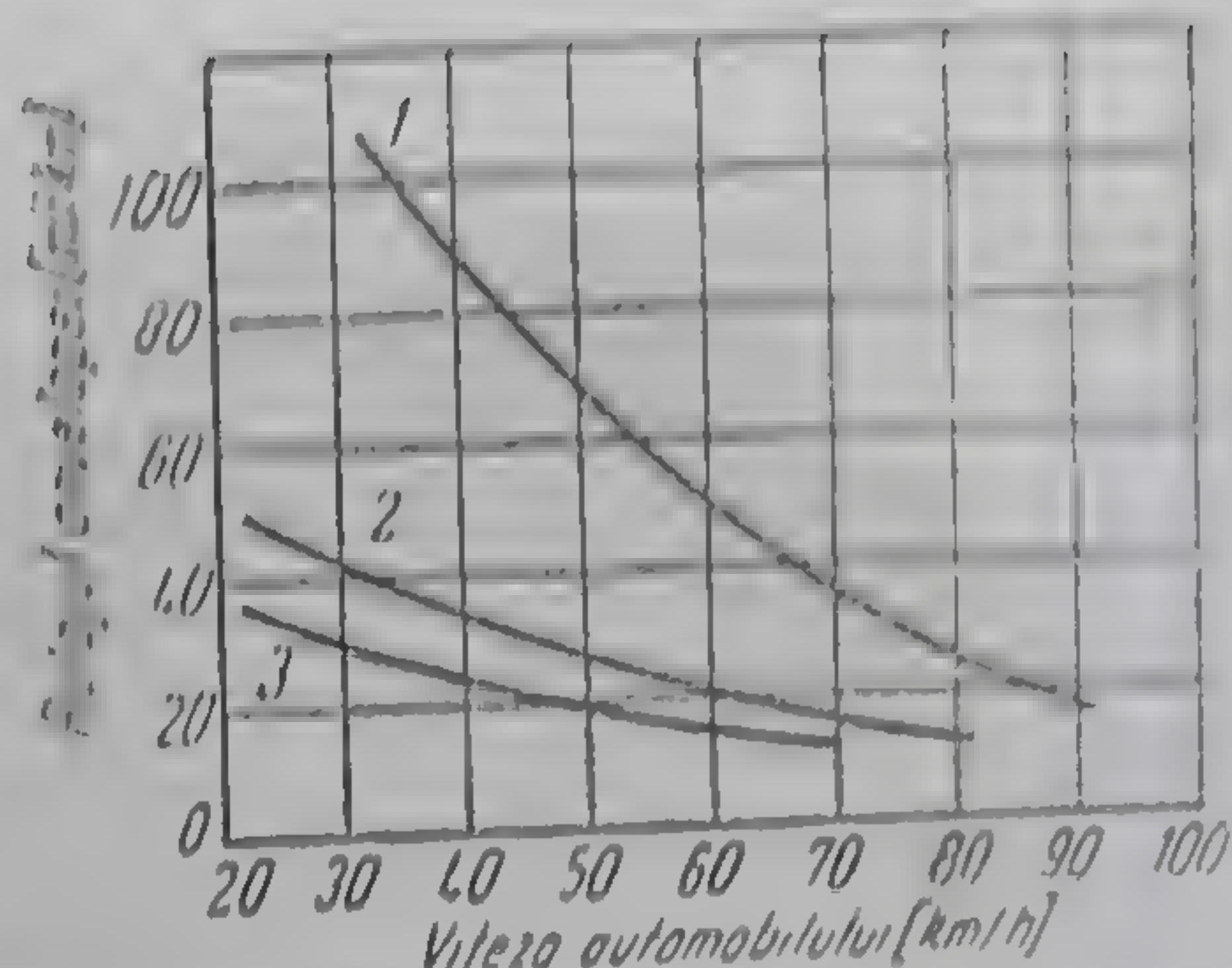


Fig. 2.33. Rulajul anvelopei în funcție de viteza automobilului și starea drumului :
 1 — drum cu îmbrăcăminte tare și în stare bună;
 2 — drum cu îmbrăcăminte afinită și în stare bună;
 3 — drum fără îmbrăcăminte.

în care r , este raza de rulare a automobilului, i_o și i_h — raportul de transmitere din reductorul central, respectiv cutia de viteze.

Rotația arborelui cotit pe unitate de parcurs, în funcție de regimul de viteză, are loc după o ecuație de gradul trei, în funcție de sarcină, după o ecuație de gradul doi, iar în funcție de numărul cuplărilor la ambreiaj, frână și cutia de viteză după o ecuație de gradul unu (fig. 2.32). La creșterea numărului de rotații a arborelui cotit, creștere influențată de starea drumului, scade brusc viteza medie tehnică și turația motorului, crește sarcina în agregatele transmisiei, se mărește frecvența acționărilor asupra cutiei de viteze, ambreiajului și instalației de frînare pe o anumită lungime de parcurs.

Influența stării drumului se manifestă în mod diferit și asupra rulajului anvelopei, care se micșorează o dată cu creșterea vitezei automobilului și cu înrăutățirea calității drumului (fig. 2.33).

Cantitatea și proprietățile prafului care se găsește în zona unde are loc deplasarea automobilului este determinată nu numai de particularitățile geografice și climaterice ale regiunii respective, dar în mare măsură și de calitatea drumului. Gradul de încărcare cu praf al aerului atinge 15 mg/m^3 pe un drum asfaltat curat, $5,9 \text{ g/m}^3$ pe un drum de pământ și între $1,2 \dots 1,9 \text{ g/m}^3$, la înălțimea de $1,8 \dots 2,4 \text{ m}$ față de sol, la deplasarea automobilelor în coloană pe un drum de pământ nisipos. În legătură cu valorile prezentate, trebuie arătat că deja la existența unei densități de praf $1,5 \text{ g/m}^3$ se reduce aproape complet vizibilitatea.

Filtrele de aer actuale utilizate la motoarele de automobile au un coeficient de curățire a aerului de $98 \dots 99\%$, deci în cilindrii motorului intră $1 \dots 2\%$ din praful aspirat de motor din atmosferă. Din această cantitate o mare parte (aproximativ $5/6$) este evacuată cu gazele arse, rămânând în motor o cantitate destul de mică. De exemplu, la un grad de încărcare cu praf al aerului $0,5 \dots 1,0 \text{ g/m}^3$ va ajunge în cilindrii motorului, în cazul unui filtru bun, $5 \dots 20 \text{ mg}$ de praf la fiecare m^3 de aer aspirat, din care numai $1 \dots 3 \text{ mg}$ va rămâne în motor, restul va părăsi

cilindrii motorului împreună cu gazele arse. Prin înrăutățirea capacității de filtrare (îmbicsirea elementelor de filtrare, nivelul necorespunzător al uleiului sau calitatea nepotrivită) filtrul de aer reține numai 80 ... 85% din praf.

Cercetările au stabilit că un gram de praf care se depune pe cilindru poate provoca o creștere a diametrului alezajului în zona superioară pînă la 10 μm într-un interval de două schimburi de ulei successive.

În figura 2.34 este reprezentată dependența uzurii părții superioare a camășii de cilindru, după o oră de funcționare, în funcție de dimensiunile particulelor de praf și a gradului de încărcare cu praf a aerului aspirat în cilindrii motorului. Așa cum se poate observa din grafic, la creșterea dimensiunilor particulelor de praf pînă la 10—15 μm uzura camășii la gradul de încărcare de 4 $\text{mg}/\mu\text{m}^3$ se mărește mai mult de trei ori în comparație cu uzura la admisia aerului tehnic pur, iar la mărirea dimensiunilor particulelor de praf pînă la 20—30 μm cu încă 18%. După cum se vede particulele mari de praf pătrund mai greu în jocul format între piesele îmbinate și sînt eliminate din motor împreună cu gazele de evacuare.

Funcționarea motorului, în condițiile aerului încărcat cu praf, duce și la creșterea jocurilor în lagărele respective de 9—10 ori mai rapid decît în condițiile aerului curat.

Cele mai agresive componente de praf care contribuie la o uzură abrazivă intensă sînt particulele de cuarț. Aceste particule posedă duriități înalte de ordinul 1 100 ... 1 200 daN/cm^2 . Conținutul de cuarț în praf este între 65 ... 98%.

Îmbicsirea uleiului, care circulă în sistemul de ungere, cu particule abrazive, duce la accelerarea uzurii fusurilor arborelui cotit și a cuzinetelor.

În cazul funcționării motorului în regim tranzitoriu, cînd crește sau scade rapid turația, respectiv sarcina motorului, se înrăutățește procesul de formare a amestecului și se intensifică formarea peliculei de benzină pe pereții colectorului de admisie. Dacă la regimul staționar, cantitatea de combustibil în stare de peliculă este 1 ... 2% din cantitatea totală de benzină admisă, la regimul tranzitoriu cantitatea depusă sub formă de peliculă poate ajunge și depăși 15 ... 20%. La deplasarea acestei pelicule, de la carburator spre cilindrii motorului, cu viteza de 0,2 ... 1,0 m/s , o parte din ea se evaporă, iar partea care nu se evaporă intră în cilindrii, spală uleiul de pe pereții lor și diluează restul uleiului din carter, ceea ce va produce în final ridicarea uzurii cilindrilor, segmentilor și altor piese.

În regimul tranzitoriu uzura motorului se mărește și datorită supraîncălzirii temporare a pieselor, înrăutățirii regimului termic și ungere al suprafețelor de lucru.

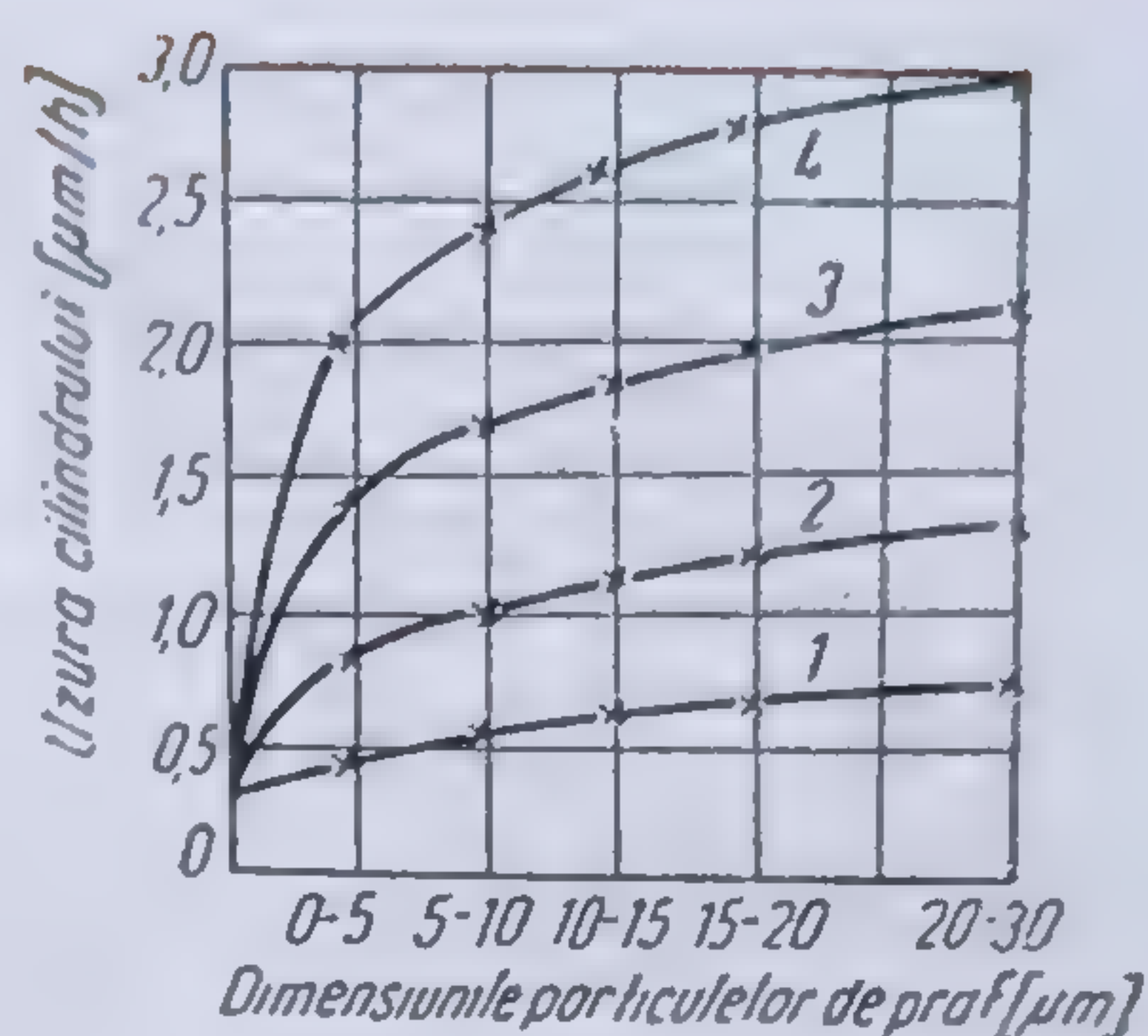


Fig. 2.34. Variația uzurii cilindrului în funcție de dimensiunea particulelor de praf:

1 — gradul de îmbicsire cu praf al aerului 2 mg/m^3 ; 2 — îmbicsire 4 mg/m^3 ; 3 — îmbicsire 6 mg/m^3 ; 4 — îmbicsire 8 mg/m^3 .

Influența condițiilor de climă asupra fiabilității. Influența condițiilor de climă asupra ciclului de exploatare al automobilelor este deosebit de importantă, deoarece durata perioadei de iarnă pentru țara noastră este destul de îndelungată (120...150 zile) iar temperatura aerului coboară pînă la $-25 \dots -30^{\circ}\text{C}$. Pe de altă parte în timpul verii sînt perioade cînd temperatura aerului atinge $+30 \dots +35^{\circ}\text{C}$, iar frecvența zilelor ploioase este destul de mare. Toate aceste condiții vor influența, regimul termic și de funcționare a agregatelor principale ale automobilului, prin condițiile de drum schimbate în corelație cu anumiți factori climaterici (înzăpeziri, polei, gheață etc.) și activitatea corozivă a aerului. În ultimă instanță, toate cele arătate îngreunează lucrările de întreținere tehnică.

În cazul motorului, regimul termic este în strînsă legătură cu temperatura aerului, cu numărul și durata opririlor, cu viteza și durata parcursului automobilului fără oprire, cu condițiile de drum, cu calificarea conducătorului auto și cu calitatea lucrărilor de întreținere a motorului. Uzura prin coroziune, a cilindrilor motoarelor cu aprindere prin scînteie, este însemnată la temperatura pereților peste 80°C și crește brusc dacă scade sub 65° , cînd se intensifică rapid condensarea vaporilor de apă, combustibil, activitatea produselor de ardere ale combustibilului și uleiului.

Datele experimentale au arătat că, temperatura aerului înconjurător influențează mai mult asupra variației temperaturii lichidului de răcire și a uleiului din carterul motorului, decît oscilațiile de sarcină și turație.

La rîndul său, între temperatura lichidului de răcire (care așa cum s-a arătat depinde de temperatura aerului) și temperatura pereților cilindrului există o strînsă legătură (tab. 2.11).

Tabelul 2.11

Dependența între temperatura lichidului de răcire și temperatura pereților cilindrului $^{\circ}\text{C}$

Temperatura lichidului de răcire	Temperatura pereților cilindrului		
	partea superioară	partea de mijloc	partea inferioară
80	125—150	95—100	95—100
50	105—125	75—80	70—75
20	85—105	55—60	50—55

Pornirea motorului rece are o influență deosebită asupra uzurii acestuia (fig. 2.35) deoarece, în acest caz, pe de o parte, încă nu s-a putut forma filmul de ulei (între suprafețele pieselor în frecare din cauza lipsei condițiilor hidrodinamice), iar pe de altă parte, din cauza amestecului deosebit de bogat, al pulverizării reduse și a temperaturii coborîte a pieselor sistemului de admisie și cilindrului (la motoarele cu aprindere prin scînteie) crește rapid cantitatea de combustibil care pătrunde în cilindrul motorului în stare lichidă. Cantitatea mare de combustibil spală pelicula de ulei, a cărei existență este și așa destul de labilă.

În cazul materialelor din care este construit autovehiculul această influență se extinde asupra calității maselor plastice utilizate în construc-

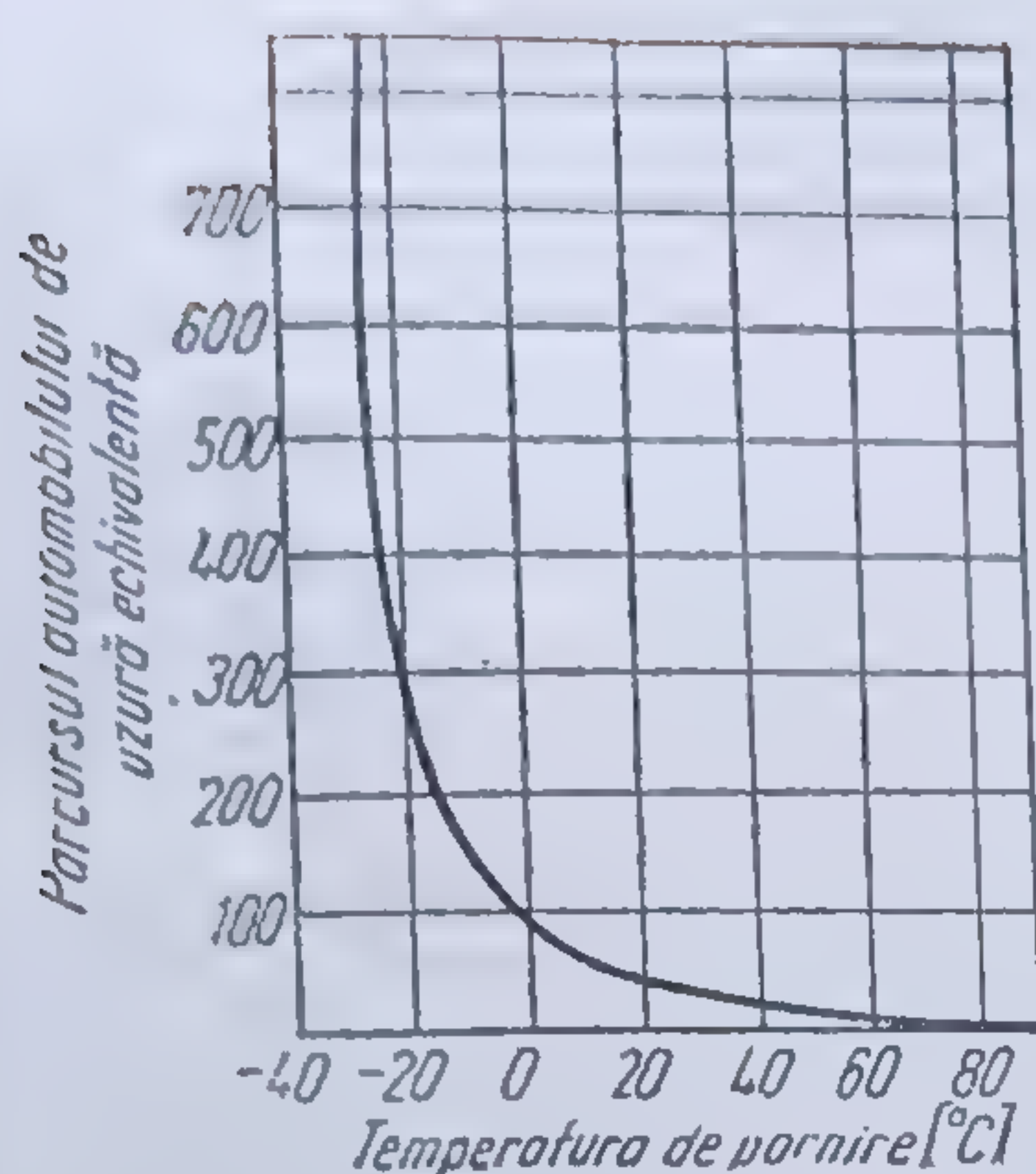


Fig. 2.35. Corelația între uzura motorului și temperatura la care se face pornirea motorului.

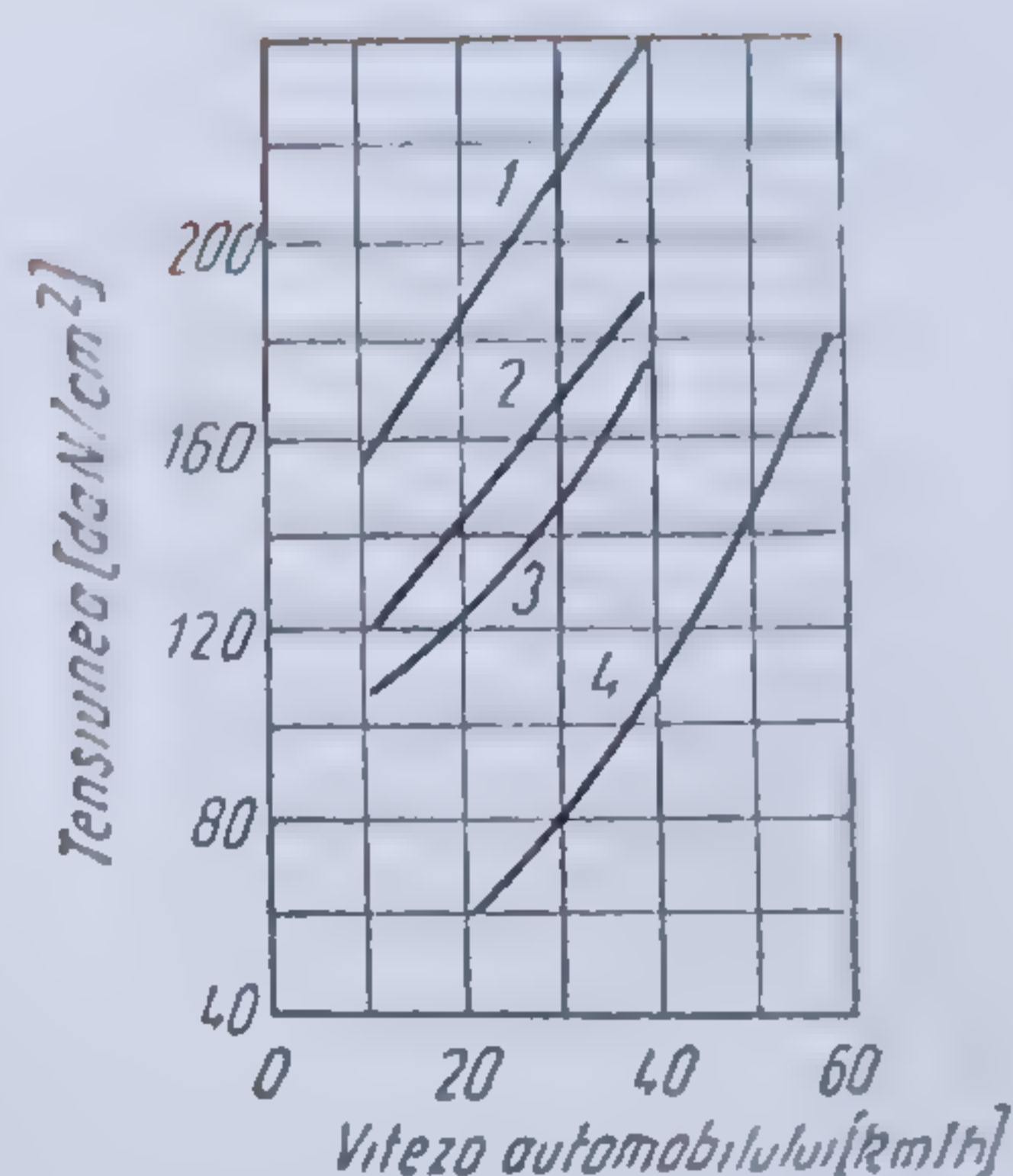


Fig. 2.36. Influența vitezei automobilului pe diferite categorii de drumuri asupra tensiunii maxime (în plan orizontal) în arborele planetar al punții spate la un autocamion cu sarcina utilă de transport de 4 t:

1 — drum cu gropi și denivelări; 2 — drum de pământ; 3 — drum acoperit cu piatră brută; 4 — drum asfaltat.

ția autovehiculelor, a materialelor sintetice și rezistenței mecanice la șocuri a aliajelor metalice.

În cazul anvelopei rulajul acesteia depinde de condițiile climaterice, atât prin temperatura mediului înconjurător, cât și datorită (într-o oarecare măsură) condițiilor de drum schimbate în urma influenței factorilor climatici. Schimbarea temperaturii mediului înconjurător va produce și schimbarea temperaturii anvelopei și, în mod corespunzător, schimbarea rezistenței materialului anvelopei.

Ținând seama și de faptul că în timpul iernii se reduce viteza medie a automobilelor, din datele statistice obținute s-a putut constata că la exploatarea pe timp de toamnă și iarnă rulajul anvelopelor este cu 25...30% mai mare față de exploatarea de primăvară și vară.

Influența regimului de exploatare asupra fiabilității. Regimul de exploatare este caracterizat de viteza medie și maximă a automobilului, de sarcina la care este frecvent utilizat motorul, precum și de parcursul zilnic, anual și prin centre urbane. Rezultă deci, că regimul de exploatare al automobilului depinde de tipul întreprinderii de transport auto, de sarcina ei de producție, dar și de condițiile de drum și climă. Totodată, regimul de exploatare este influențat de calitatea conducerii și întreținerii automobilului.

Regimul de exploatare are o mare influență asupra pieselor automobilelor și, în consecință, asupra fiabilității și durabilității lor.

Viteza automobilului influențează, în mare măsură, gradul de solicitare a diferitelor agregate ale automobilului, bineînțeles într-o strînsă legătură cu condițiile de drum. Un exemplu este dat în figura 2.36 în care este indicată variația tensiunii în carterul punții din spate al unui autocamion cu o încărcătură de 4 t pentru diferite categorii de drumuri în funcție de viteza automobilului. Se observă o intensificare rapidă a solicitărilor în carter pe măsura creșterii vitezei autocamionului la toate tipurile de drum.

Intesitatea exploatării autovehiculelor se poate aprecia după *parcursul mediu anual* ținând cont de valoarea coeficientului de utilizare a parcursului (CUPs), a coeficientului de utilizare a tonajului (CUT) în cazul autovehiculelor destinate pentru transport de mărfuri, și a coeficientului de utilizare a locurilor (CUL) în cazul autovehiculelor destinate pentru transport de călători. În ultima vreme, datorită organizării, într-un mod mai rațional, al transportului auto prin introducerea metodelor de **containerizare** și de **paletizare** a mărfurilor, precum și prin eliminarea la maximum posibil a parcursurilor în gol, s-a intensificat gradul de utilizare a autovehiculelor pe o perioadă de un an.

Regimul de exploatare și deci fiabilitatea și mentenabilitatea autovehiculelor, ca și frecvența defectărilor și intensitatea lucrărilor de mentenanță, sînt într-o dependență directă cu acest parcurs anual.

Parcursul mediu zilnic este parametrul care influențează cel mai mult uzura principalelor piese ale automobilului și în special ale motorului (tab. 2.12).

Tabelul 2.12

Uzura maximă medie a cilindrilor unui motor cu aprindere prin scînteie funcție de regimul de exploatare

Nr. motoarelor experimentate	Regimul de exploatare	Uzura maximă medie la 1 000 km parcurs [μm]
6	Parcursul mediu zilnic mare pe șosele modernizate în stare bună, cu viteză medie tehnică ridicată	1,7
4	Idem, cu încărcătură suplimentară, deci cu ridicarea greutății totale a automobilului	2,9
6	Curse scurte, parcurs mediu zilnic redus	3,9
8	Încercări pe banc (după 100 h)	0,9

Cauzele principale ale uzurii ridicate a motorului la funcționarea automobilului cu parcursuri medii zilnice mici sînt timpul relativ mare de lucru al motorului la regimuri tranzitorii, scăderea regimului termic, pornirile și opririle dese (uzura de pornire).

De exemplu: cauza uzurii motorului datorită pornirilor repetate, se datorește neajunsului constructiv al motoarelor că pompa de ulei începe să funcționeze eficient numai odată cu pornirea motorului. Apare inevitabil debitarea cu întârziere a uleiului spre suprafețele de lucru. Cu cît este temperatura mai coborîtă și deci viscozitatea uleiului mai ridicată, cu atît această întârziere este mai mare.

Mare parte din cantitatea de combustibil, ajunsă în cilindrii motorului la temperaturi joase, este în stare lichidă, care trecînd printre pereții cilindrilor și segmentii spală filmul de ulei, provocînd frecarea semiuscă între piesele respective.

S-a stabilit experimental, că la temperaturi negative prin filtrul de filtrare fină trece 3...5% ulei față de cantitatea maximă care trece la temperatura de regim. În filtrul de epurare brută, uleiul de asemenea nu se curăță, deoarece la viscozitate ridicată crește tensiunea în sistemul de ungere, fapt ce provoacă deschiderea supapei de trecere a filtrului, uleiul ocolînd, în aceste condiții, elementul de filtrare.

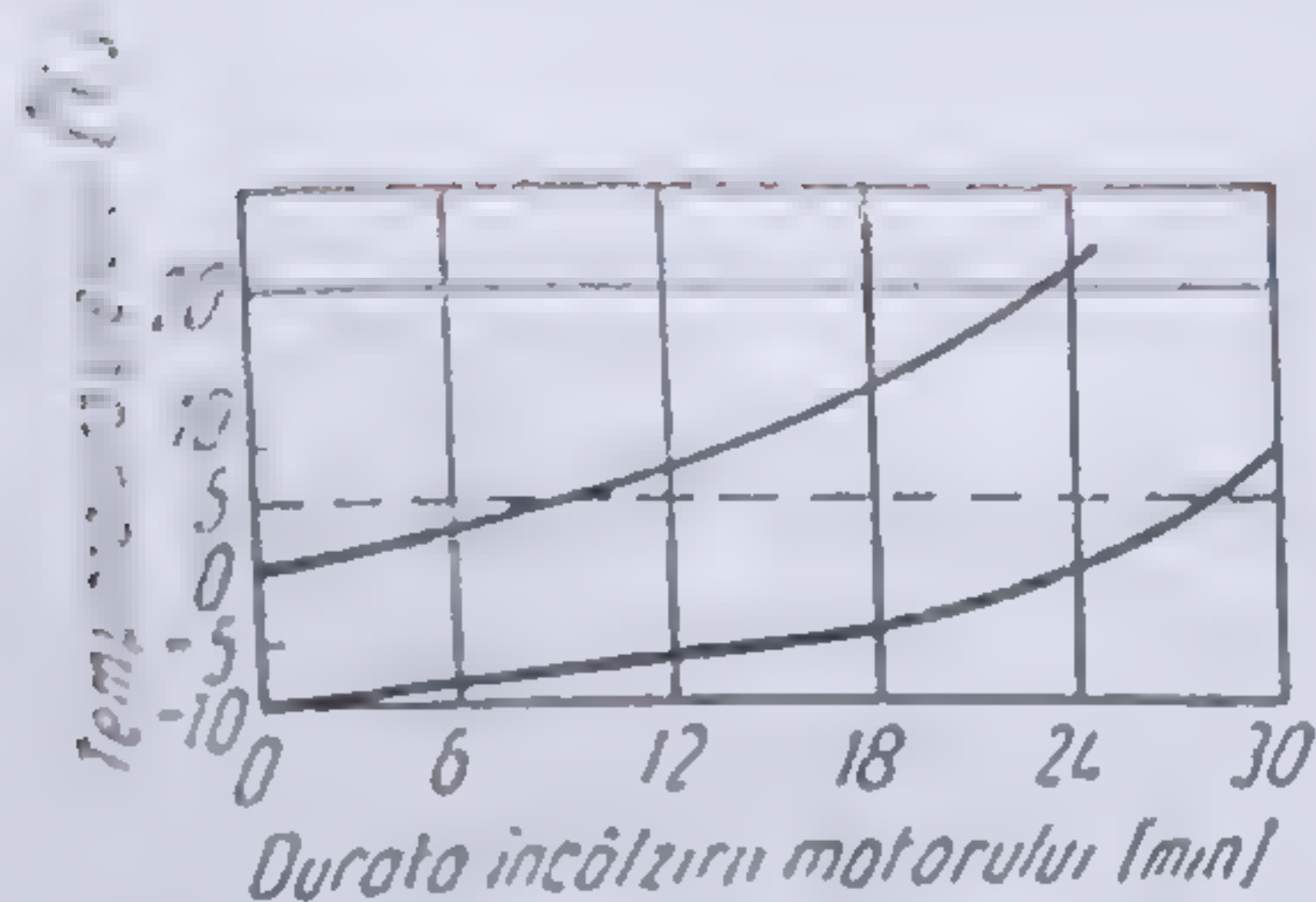


Fig. 2.37. Variația temperaturii uleiului în baia carterului motor în funcție de durata încălzirii și temperatura mediului ambiant.

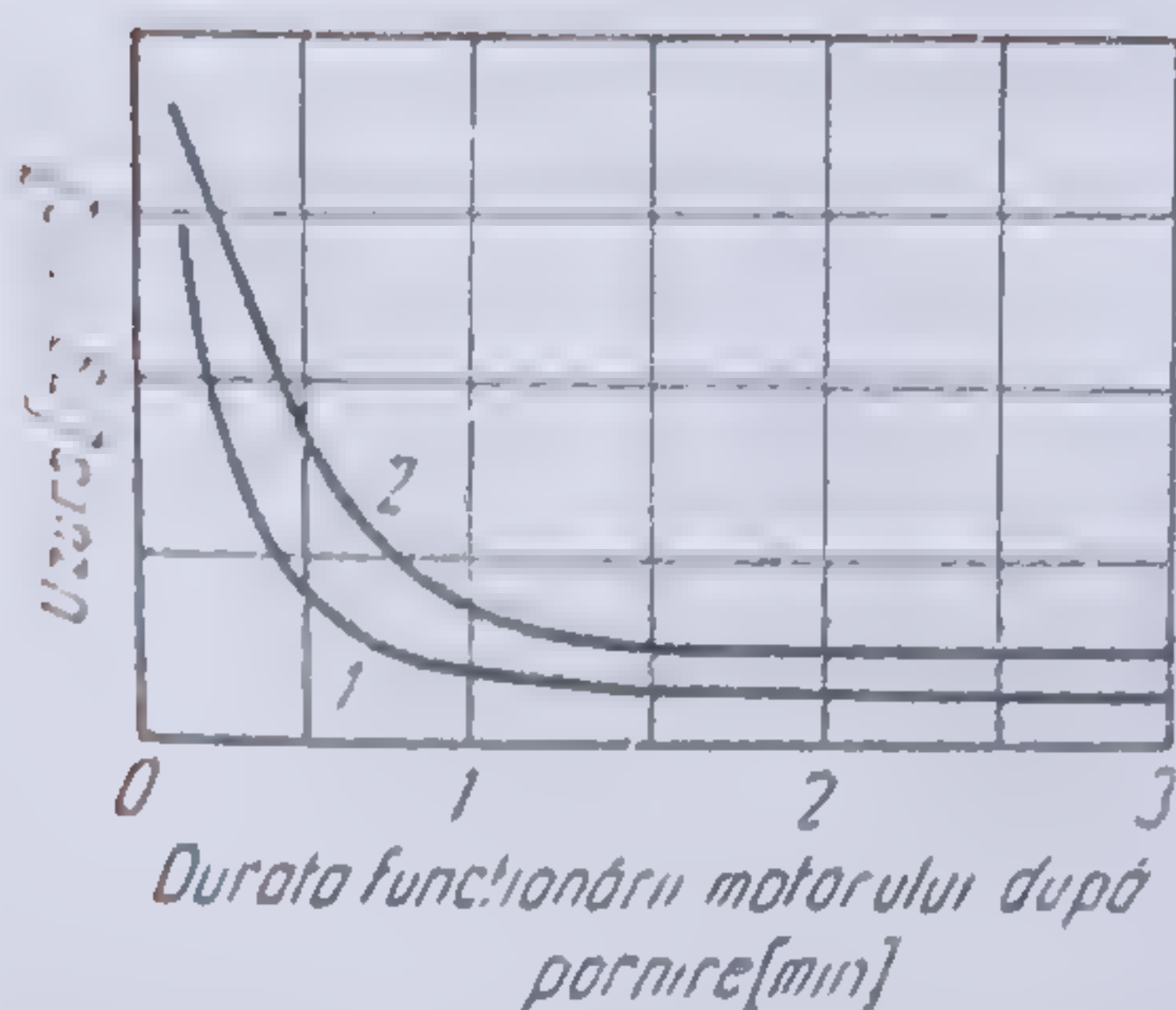


Fig. 2.38. Variația intensității uzurii în funcție de durata funcționării motorului după pornire :

1 — ulei de iarnă; 2 — ulei de vară.

În baia carterului motorului uleiul se încălzește foarte încet (fig. 2.37). La temperatura mediului înconjurător -10°C , uleiul din carter se încălzește numai după 30 min pînă la $5 \dots 7^{\circ}\text{C}$. Aceasta se explică și prin faptul că încălzirea uleiului are loc în fond prin circulația sa prin canalele de ungere. Transferul de căldură spre ulei, prin baie, este dificil, deoarece între baie și blocul cilindrilor se află garnitura de etanșare care are o conductibilitate termică redusă.

Înrăutățirea ungerii conduce la o uzură corosiv-mecanică intensă a pieselor motorului în perioada de pornire și încălzire. Chiar la temperaturi de $18 \dots 20^{\circ}\text{C}$, uzura cilindrilor și segmentilor, în timpul pornirii motorului, este mult mai mare decît în perioada următoare în stare încălzită (fig. 2.38).

Un număr foarte mare de date demonstrează că în condiții identice de exploatare, pe autovehicule de același tip, realizate în condiții egale de fabricație, fiabilitatea înregistrată în timpul de utilizare al lor, este foarte diferită în funcție de calitatea conducerii autovehiculului respectiv. Unii conducători auto reușesc să depășească normele stabilite pentru parcursul pînă la prima reparație capitală sau parcursul între două reparații capitale, iar alții, nici nu realizează aceste norme stabilite. Aceeași remarcă se poate face și în legătură cu valoarea coeficientului de pregătire tehnică a celor două grupe de conducători auto, care se reflectă în economia de materiale și piese de schimb.

Pentru reliefa influenței calificării conducătorilor auto asupra fiabilității în exploatare a autovehiculelor, conducătorii auto testați, au fost împărțiți în două grupe, și anume: în grupa A (56% din totalul șoferilor testați) au fost incluși conducătorii auto care au realizat indici de productivitate ridicați și care nu au depășit o anumită limită inferioară a coeficientului de pregătire tehnică a autovehiculelor urmărite: în grupa B (14%) sînt conducătorii auto care au realizat indici de productivitate și de stare tehnică reduși.

Valorile medii pentru indicele de fiabilitate pentru cele două grupe de conducători auto sînt reprezentate în tabele 2.13 și 3.14.

Cum se poate observa în tabelul 2.13, durabilitate agregatelor de bază, a anvelopelor și a bateriilor de acumulare exploatate de conducătorii auto din grupa A, este în medie cu 30% peste norma stabilită, și cu 76% peste cea realizată, de conducătorii auto din grupa B. Astfel, datele obținute demonstrează influența deosebită a calității conducerii automobilului asupra durabilității mecanismelor și agregatelor automobilului.

Tabelul 2.13

**Durata de serviciu a agregatelor unui tip de autobuz
pînă la reparația capitală, exploatată de conducători auto
cu calificare diferită**

Denumirea agregatelor și mecanismelor	Durata de serviciu [mil km]				Durata de serviciu [%]		
	după normă	media după sistemul MTTc	grupa A	grupa B	grupa A față de normă	grupa B față de normă	grupa A față de grupa B
Motor	130	100	194	105	149	81	185
Cutie de viteză	130	98	165	101	127	80	163
Puntea din față	130	104	175	81	140	62	216
Puntea din spate	200	180	204	120	102	60	170
Mecanism de direcție	130	160	180	125	139	96	144
Anvelopă	92	76	97	60	105	65	162
Baterie de acumulate	60	—	171	96	295	160	178

Datele privind timpul de reținere al automobilelor pentru reparație (tab. 2.14) sînt pe deplin convingătoare pentru evidențierea unui anumit caracter de variație, în legătură cu influența calității conducerii auto-vehiculului asupra fiabilității lor. Astfel, în cazul grupei B, timpul de reținere în reparație este de 3,8 ori mai mare decît la automobilele din grupa A, iar ultima grupă, este sub norma stabilită cu 20%.

Tabelul 2.14

**Timpul de oprire, pentru întreținerea tehnică și reparații curente,
pentru un autobuz, în funcție de calitatea conducerii**

Indicii	Timpul de reținere pentru RT și RC [zile la 10 mii km parcurși]							
	0—50	50—100	100—150	0—150	150—200	200—250	250—300	300—350
Grupa A	1,7	2,1	2,6	2,3	1,6	2,0	2,8	3,2
Grupa B	4,6	9,7	10,0	7,7	—	—	—	—
Timpul de oprire planificat pentru RT și RC	2,8	2,8	2,8	2,8	4,0	4,8	5,6	5,6

2.6. MENTABILITATEA ȘI LUCRĂRILE DE MENTENANȚĂ ÎN EXPLOATAREA TEHNICĂ A AUTOMOBILELOR

Obiectul și necesitatea studiului mentenabilității automobilelor în transportul auto. Din studiul fiabilității automobilelor a rezultat că, oricît de bine s-ar organiza procesul de elaborare a unui produs în fazele de concepție și fabricație, defecțiunile în exploatare vor persista, din care cauză se impune prevederea de mijloace pentru repunerea în funcțiune a componentelor defectate. Deși preocupările au existat de la realizarea

primelor autovehicule în vederea organizării unităților de întreținere și reparație, totuși, aceste acțiuni au primit o bază științifică solidă abia în ultimele două decenii.

Un nivel ridicat al fiabilității operaționale se poate asigura numai prin existența unor intervenții tehnice prompte în momentul apariției defecțiunilor în sensul remedierii lor, fie preventiv, prin revizii tehnice sau reparații planificate, fie corectiv prin reparații accidentale. Se impune realizarea acestor lucrări de intervenții într-un timp optim, care bineînțeles va fi diferit, în funcție de natura defecțiunilor și de complexitatea constructivă a componentului defectat. Astfel, fiabilitatea unui produs reparabil, de o complexitate ridicată cum este și autovehiculul, trebuie să ia în considerare și mentenabilitatea lui care reprezintă *proprietatea unui produs exprimată prin probabilitatea ca acesta să poată fi supravegheat, întreținut și reparat într-o anumită perioadă de timp* (STAS 8174—77).

Deși mentenabilitatea automobilelor se poate *măsura și aprecia efectiv, numai în procesul de exploatare*, totuși, această proprietate se încorporează în construcția componentelor sale în primul rând în faza de concepție a produsului. În această etapă de proiectare-dezvoltare se realizează, în primul rând, o accesibilitate bună la piesele și elementele care potențial pot deveni puncte critice în asigurarea fiabilității produselor, și astfel, surse posibile în defectarea componentelor respective. În general, proiectantul trebuie să aibă în vedere că orice agregat, subansamblu și chiar o piesă principală să permită o demontare și montare ușoară, prin utilizarea cu precădere a sculelor și dispozitivelor tipizate.

O mentenabilitate ridicată se realizează și prin ușurința cu care se pot efectua lucrările de întreținere tehnică. Acest lucru presupune prevederea organelor de reglare la componentele care se uzează relativ rapid (supapa-culbutor, pinion-coroană dințată, saboți-tambur etc.) sau care își schimbă parametrii funcționali în timpul exploatării (arcul injectorului, jicloarelor din carburator etc.), precum și a organelor de fixare demontabile și o accesibilitate ușoară la locurile de ungere.

În consecință, mentenabilitatea automobilului este un parametru care poate fi asigurat, într-o mare măsură, și prin calitatea corespunzătoare a proiectului, luând în acest sens în considerație tot ce concurează la o accesibilitate și întreținere ușoară a componentelor respective.

Având în vedere faptul că, acțiunile efective prin care se realizează mentenabilitatea dorită se materializează în special în sfera utilizării automobilelor, se impune o organizare adecvată a efectuării lucrărilor de întreținere și reparație. În acest caz, mentenabilitatea automobilelor depinde, în mare măsură, de calitatea organizării exploatării lor tehnice. Pentru aceasta este necesară organizarea corespunzătoare a unităților de întreținere și reparație, printr-o aprovizionare ritmică a acestor unități cu piese de schimb și de rezervă și prin calificarea și experiența personalului de deservire. O bună organizare a unităților de întreținere și reparație va asigura, în primul rând, respectarea termenelor de executare a lucrărilor respective, și în al doilea rând, o calitate corespunzătoare a acestora, fără să provoace mai târziu indisponibilități în exploatare.

Bazele matematice ale optimizării volumului lucrărilor de mentenanță și a mărimii spațiilor pentru întreținere și reparații. În stabilirea modelelor matematice ale mentenabilității automobilelor trebuie să fie evidențiată corelația între trei elemente principale ale procesului de

deservire tehnică, pentru restabilirea condițiilor normale de funcționare a componentelor defectate și anume:

— probabilitatea de defectare care este descrisă de funcția de repartiție a timpului de funcționare $F(t)$;

— probabilitatea de efectuare a lucrărilor de mentenanță într-o perioadă de timp dinainte specificată exprimat prin funcția de repartiție a timpului de reparare $F_{rep}(t)$;

— organizarea unităților de întreținere și reparație care exprimă în fond numărul posturilor de servire, S , prevăzute cu echipe de muncitori corespunzătoare.

Pentru caracterizarea corelației, care există între elementele mai sus menționate, se apelează la modele matematice din teoria așteptării care permit reunirea într-o singură expresie a fluxurilor de defectare și a celor de reparare în condițiile dinainte stabilite ale unităților de deservire tehnică.

Probabilitate de defectare, în perioada vieții utile a produsului, se poate evalua pentru majoritatea componentelor automobilelor după o lege de repartiție exponențială sau Weibull. Astfel, fluxul defectărilor se poate caracteriza pentru un interval de timp τ cu k defectiuni, cu legea de repartiție Poisson de forma:

$$P_k(\tau) = \frac{(\lambda \tau)^k}{k!} e^{-\lambda \tau} \quad (2.64)$$

sau pentru întreaga perioadă de funcționare $(0 \dots t)$ poate fi descris prin legea Erlang de ordinul k , adică:

$$f_k(t) = \frac{(\lambda k)^k}{\Gamma(k)} t^{k-1} \cdot e^{-\lambda k}, \quad (2.65)$$

unde λ este intensitatea de defectare și are o valoare constantă.

În cazul când intensitatea de defectare nu este constantă (de exemplu legea Weibull cu $\beta \neq 1$) se operează cu valoarea sa medie pentru intervale mai mici de timp, deci:

$$\lambda_m = \int_{t_0}^{t_0+\tau} z(t) dt. \quad (2.66)$$

În acest caz relația (2.64) se va scrie în felul următor:

$$P_k(\tau, t_0) = \frac{\lambda_m^k}{k!} e^{-\lambda_m}. \quad (2.67)$$

Probabilitatea de efectuare a lucrărilor de mentenanță într-un anumit timp, în mod analog ca și în situația timpului de funcționare, se poate caracteriza prin parametrul *intensității reparației* (rata serviciilor), care exprimă probabilitatea condiționată a terminării reparației în intervalul $(t_r, t_r + dt_r)$ în ipoteza că sistemul se află în reparație în intervalul de timp $(0 \dots t_r)$. Valoarea intensității de reparație se poate calcula cu relația:

$$\mu = \frac{\Delta n_{r_i}}{(N_r - n_{r_i}) \Delta t_{r_i}}, \quad (2.68)$$

unde N_r este numărul componentelor reparabile care se află sub observație ;

n_{r_i} — numărul total (cumulat) al componentelor reparate în intervalul de timp $(0 \dots t_{r_i})$;

Δn_{r_i} — numărul de componente al căror timp de reparație este situat în intervalul de lungime Δt_{r_i} .

Legile de repartiție pentru timpul de reparare, pentru $\mu = \text{const.}$ sînt în mod identic, ca și la fluxul defectărilor, cele ale lui Poisson și Erlang de forme :

$$P_k(\tau) = \frac{(\mu\tau)^k}{k!} e^{-\mu\tau} \quad (2.69)$$

$$f_{rep}(t) = \frac{e^{-\mu t} (k\mu)^k t^{k-1}}{(k-1)!}, \quad (0 < t < \infty), \quad (6.70)$$

unde k este numărul de componente reparate în intervalul de timp τ , respectiv $(0 \dots t)$.

La determinarea caracteristicilor mentenabilității se are în vedere optimizarea dimensiunii (mărimii) atelierelor de întreținere și reparație prin înființarea unui număr de posturi de lucru care să satisfacă prompt cerințele și efectuarea diferitelor lucrări de mentenanță în așa fel încît, să nu conducă la o încărcare sub valoarea necesară a acestor stații de deservire prin sporirea nejustificată a locurilor de muncă. Optimizarea se realizează prin studiul proceselor de mentenanță prin metodele matematice dezvoltate de *teoria așteptării*.

Global calitatea serviciului se caracterizează prin factorul de serviciu sau coeficientul de mentenanță, definit cu relația:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (2.71)$$

Acest factor reprezintă, în medie, numărul de autovehicule (componente etc.) care intră în sistem, în intervalul de timp în care atelierul servește un automobil. Cu ajutorul factorului de serviciu se caracterizează gradul de încărcare a unității care efectuează lucrările de mentenanță. Acest factor are o importanță deosebită deoarece odată stabilită repartiția timpului de servire, toate caracteristicile modelului se exprimă în funcție de ρ .

Optimizarea numărului de automobile care pot fi reparate sau întreținute, pe un număr de posturi de lucru, se realizează prin minimizarea cheltuielilor neraționale totale datorită timpului pierdut de automobile în șirul de așteptare (timp neproductiv) și al timpului mediu liber (timp de inactivitate) al muncitorilor, din cauza încărcării insuficiente a posturilor de lucru. Deci:

$$C_{total} = t_{ma} \cdot C_{aa} + \left(\frac{S}{\lambda N_r} - \frac{1}{\mu} \right) M \cdot C_m, \quad (2.72)$$

unde :

t_m este timpul de așteptare în rînd pentru a intra la reparație (întreținere), în ore ;

C_{aa} — costul așteptării unui automobil, în lei/h ;

C_m — costul manoperei pentru un muncitor, în lei/h;
 M — numărul muncitorilor care lucrează simultan la un post de lucru.

Timpul mediu de așteptare, în rînd, se poate determina în funcție de natura sistemului de așteptare. Dacă intrările (fluxul defectărilor) urmează un proces Poisson de parametru λ ($0 < \lambda < \infty$), timpul de servire (timpul de reparare) se desfășoară după legea exponențială negativă, iar serviciile sînt efectuate de o singură stație de servire ($S=1$), atunci pentru timpul mediu de așteptare se poate scrie următoarea relație:

$$t_{ma} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} = \frac{1}{\mu - \lambda N_r} - \frac{1}{\mu}, \quad (2.73)$$

iar numărul mediu de automobile aflate la rînd este:

$$n_a = \frac{\rho}{1-\rho}, \text{ unde } \rho = \frac{\lambda N_r}{\mu}. \quad (2.74)$$

Se introduce relația (2.73) în relația (2.74) și se obține:

$$C_{total} = \left(\frac{1}{\mu - \lambda N_r} - \frac{1}{\mu} \right) C_{aa} + \left(\frac{1}{\lambda N_r} - \frac{1}{\mu} \right) M \cdot C_m. \quad (2.75)$$

Din relația (2.75) se poate determina valoarea optimă pentru numărul de automobile care pot fi deservite cu cheltuieli neraționale minime. În acest sens se va anula derivata de ordinul unu în funcție de N_r a expresiei (2.75), obținînd în final prin explicitarea lui N_r următoarea relație pentru numărul optim de automobile care pot fi reparate sau întreținute pe postul respectiv:

$$N_{r_{opt}} = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{-1 \pm \sqrt{\frac{C_{aa}}{M \cdot C_m}}}{\frac{C_{aa}}{M \cdot C_m} - 1} \quad (2.76)$$

În majoritatea cazurilor însă, atelierele de întreținere și reparație vor fi prevăzute cu mai multe posturi de lucru pentru care situație este valabil modelul de așteptare cu mai multe stații. Se consideră astfel, un model de așteptare cu S stații în paralel (posturi individuale), în care intră un flux simplu de automobile de parametru λ . Cînd un post de lucru (stație) este liber, primul automobil din șirul de așteptare intră în postul de lucru respectiv, cu alte cuvinte primul venit este primul servit, fără să existe vreo preferință pentru un anumit post. Timpul de servire în fiecare post de lucru are aceeași repartiție exponențială negativă de parametru μ . În acest caz, timpul de așteptare în șir, se obține din relația:

$$t_{ma} = \frac{n_a}{\lambda} = \frac{\rho^* \rho^s}{S! \lambda (1 - \rho^*)^2} \phi_0 \quad (2.77)$$

unde:

$$p_0 = \left[\frac{\rho^S}{S! (1 - \rho^*)} + \sum_{n_{at}=0}^{S-1} \frac{\rho^{n_{at}}}{n_{at}!} \right]^{-1} \quad (2.78)$$

iar

n_{at} este numărul mediu de automobile în atelierul cu S posturi;
 n_a — numărul mediu de automobile în șirul de așteptare.
 Se introduce relația (2.77) în expresia (2.72) și se obține:

$$C_{total} = \frac{\rho^* \rho^S}{S! \lambda (1 - \rho^*)^2} p_0 C_{aa} + \left(\frac{S}{\lambda N_r} - \frac{1}{\mu} \right) M \cdot C_m, \quad (2.79)$$

care se poate optimiza ori pentru numărul de automobile la un număr de posturi date, ori cunoscînd numărul de automobile se va determina numărul optim de posturi. Pe cale analitică se poate rezolva ușor relația (2.79) utilizînd calculatorul numeric, sau eventual și cu ajutorul metodelor grafice.

Organizarea activității de mentenanță pentru automobile. În cele prezentate, mai înainte, s-a subliniat importanța lucrărilor de mentenanță în menținerea la un nivel ridicat a fiabilității operaționale a automobilelor. Programarea corectă a acestor activități depinde, în mare măsură, de dispunerea de date concrete privind lista lucrărilor de mentenanță, de procesele tehnologice adecvate pentru aceste activități, precum și de planificarea corectă a forței de muncă și a timpului necesar pentru aceste lucrări.

Activitățile de mentenanță pot fi grupate, în două grupe, după caracterul organizării acestor lucrări:

— *lucrări de mentenanță preventivă* care au un caracter sistematic și cuprind lucrări de întreținere tehnică și reparații planificate prin înlocuirea sau remedierea pieselor, respectiv agregatelor care au ajuns la limita perioadei de uzură;

— *lucrări de mentenanță corectivă* care, de obicei, au caracter ocazional și depind de intensitatea de defectare a elementelor componente ale automobilelor și prevăd lucrări de remediere și înlocuire de piese, respectiv agregate, în scopul repunerii automobilului în stare de funcționare într-un timp cît mai scurt.

După natura lucrărilor efectuate activitățile de mentenanță pot fi grupate și astfel:

— *operații de întreținere* care au un caracter preventiv cu scopul de a înlătura probabilitatea de defectare prin asigurarea unei supravegheri permanente și a unei revizii tehnice periodice la automobile;

— *operații de reparații* care pot avea un caracter preventiv sau corectiv, în funcție de momentul în care se intervine pentru executarea lucrării respective de mentenanță și de natura acestor lucrări. În categoria reparațiilor preventive se includ cele planificate cu o anumită periodicitate (reparațiile generale și capitale), iar în categoria reparațiilor corective pe cele care apar în mod accidental în timpul exploatării automobilelor (reparațiile curente). Totuși, chiar reparațiile cu caracter preventiv conțin multe elemente corective, deoarece și în această situație se urmărește refacerea condițiilor tehnice inițiale la valorile nominale, deci

în final corectarea performanțelor deteriorate prin măsuri tehnice și tehnologice adecvate.

În vederea stabilirii normelor de mentenanță, încă în faza de proiect, de obicei, proiectanții dispun de date puține în acest sens, din care cauză și manualele de întreținere și de reparații care trebuie să însoțească automobilele în exploatare nu întotdeauna sînt complete. Pentru realizarea acestei cerințe, deosebit de utilă, pentru fiabilitatea automobilelor se poate apela la diferite metode.

O metodă folosită pentru a face previziuni asupra unui proiect sau produs nou, constă în valorificarea experienței acumulate în trecut în legătură cu mentenabilitatea unor automobile similare. În acest caz, sînt prelucrate și adoptate procesele tehnologice pentru întreținerile tehnice și reparații în funcție de caracteristicile componentelor de bază, sînt aduse corectările și ajustările necesare pentru stabilirea timpilor de mentenanță. În general, se întîmpină o mare dificultate în obținerea acestor date din unitățile service sau de exploatare și chiar dacă se pot obține datele respective, nu întotdeauna prezintă o garanție suficientă în privința exactității lor.

De aceea, de multe ori, se apelează la o altă metodă care prevede efectuarea operațiilor de mentenanță la automobilele defectate în faza de prototip prin mijloacele asemănătoare ca și în unitățile service sau de reparație, cu care ocazie vor fi determinați timpii pentru întreținere și reparații. De asemenea, se va stabili în această situație procesul tehnologic necesar, luînd în considerație lista lucrărilor de mentenanță și calificarea medie a muncitorilor. Deci, în acest caz, se vor *simula* în faza de model sau prototip al automobilului, defectiunile, și se va căuta remedierea lor prin mijloacele tehnice cele mai răspîndite în exploatare.

Indiferent de caracterul lucrărilor de mentenanță, în afara stabilirii proceselor tehnologice necesare, se va avea în vedere determinarea corectă a timpilor de mentenanță, care după cum s-a putut observa, stabilește mărimea unității de reparație și întreținere la un număr dat al parcului de automobile, permite prevederea dotărilor tehnice necesare și a numărului necesar de personal de deservire.

Lucrările de mentenanță prin întreținerea tehnică. În menținerea fiabilității automobilelor la un nivel ridicat, un rol deosebit îl are aplicarea corectă a lucrărilor de mentenanță preventivă prin întreținerea tehnică. O acțiune rațională, în acest sens, va reduce în mod sensibil volumul lucrărilor de mentenanță corectivă ivite de obicei accidental și deci, va conduce fără îndoială la micșorarea timpilor de imobilizare a mijloacelor de transport, determinînd concomitent și creșterea productivității lor.

Prin efectuarea parțială a operațiilor prevăzute prin normative și prin nerespectarea periodicității lor (tab. 2.15) aproape 70% din lucrările de reparații curente sînt operații de strîngere și reglare, care în mod obișnuit ar trebui să fie executate în cadrul întreținerilor tehnice. Pe măsura îmbunătățirii și regularizării reviziilor preventive, ponderea operațiilor de strîngere și reglare în cadrul lucrărilor de reparații curente se reduce. În mod corespunzător, va crește ponderea lucrărilor specifice de reparație.

În vederea realizării în condiții optime a lucrărilor de întreținere tehnică, acestea sînt categorisite pe tipuri principale de lucrări, fiecare

Variația caracterului reparațiilor curente în funcție de calitatea întreținerii tehnice

Efectuarea întreținerii tehnice (respectarea periodicității, lista operațiilor și altele)	Volumul lucrărilor de reparație curente				
	Total	Strângere	Reparație	Reparații mici și înlocuirea pieselor	Reparații mari și înlocuirea pieselor
Nesatisfăcător (într. A)	100	43,0	26,5	19,9	10,6
Satisfăcător (într. B)	100	15,3	30,5	14,2	40,0
Bine (într. C)	100	7,3	17,0	27,1	48,6

dintre ele conținând o listă de operații care se efectuează la perioade de timp bine precizate. Scopul principal al acestor lucrări este de a preveni și înlătura defecțiunile tehnice, pentru a asigura parcursuri mari până la reparația capitală, cu minimum de echeltuieri, în condiții depline ale siguranței în circulație.

Întreținerea tehnică cuprinde următoarele tipuri de lucrări:

— lucrări pentru verificarea și îngrijirea stării tehnice generale a automobilelor, în vederea asigurării condițiilor optime de efectuare a sarcinilor zilnice de transport, prin acordarea unei atenții deosebite sistemelor și mecanismelor care condiționează siguranța circulației;

— lucrări pentru verificarea, reglarea, strângerea și ungerea subansamblelor, mecanismelor și agregatelor automobilelor care în mod curent sînt denumite *revizii tehnice*; aceste lucrări în funcție de necesitatea lor de execuție în timp pot fi împărțite în diferite categorii.

Elementul de bază, în aceste lucrări, este *regimul tehnologic* al întreținerii tehnice, care în afara nomenclurii activităților principale, în acest sens, și a periodicității lor de execuție, trebuie să cuprindă operațiile aferente fiecărei lucrări de întreținere, în funcție de felul automobilului, cu precizarea SDV-urilor, procedeele de verificare și a condițiilor tehnice ce trebuie îndeplinite sau respectate.

Cunoscînd pentru fiecare agregat, mecanism și sistem al automobilului în parte, care este lista lucrărilor, complexitatea lor și intervalul de timp în care este cel mai potrivit executarea lor, se poate obține o defalcare judicioasă a tuturor activităților de întreținere pe diferite etape de efectuare, în așa fel ca, să se reducă la minimum imobilizarea automobilelor pentru aceste lucrări, dar în același timp să se evite producerea defecțiunilor accidentale din cauza lipsei reviziilor tehnice bine periodizate. În acest sens, apar două probleme esențiale și anume: pe de o parte determinarea periodicității optime a lucrărilor de întreținere tehnică și pe de altă parte repartizarea corectă a operațiilor de întreținere pe aceste perioade de execuție, în concordanță cu intensitatea schimbării stării tehnice a componentei respective în funcție de timp.

În general, în momentul de față, pe plan mondial, majoritatea țărilor aplică un program de întreținere tehnică pentru automobile divizat în trei etape, care permite gradarea acestor lucrări la diverse perioade de timp în funcție de urgența și importanța, lor.

Prima etapă se referă la revizia tehnică zilnică, care cuprinde lucrări de verificare și de îngrijire a automobilelor înainte de plecare și după sosirea din cursă, precum și în parcurs cu efectuarea operațiilor de întreținere, în special, la instalațiile și mecanismele legate de siguranța circulației.

În a doua etapă se execută revizia tehnică de gradul 1, care prevede verificarea, reglarea, strângerea și ungerea agregatelor, mecanismelor, instalațiilor și sistemelor automobilului. Necesitatea efectuării lor apare la intervale de timp redus. Aceste lucrări se execută în spații special amenajate (stații de întreținere auto), de către echipe de muncitori cu o calificare corespunzătoare.

În a treia etapă se efectuează revizia tehnică de gradul 2, care conține operații similare ca și cele executate la revizia tehnică de gradul 1, dar a căror necesitate apare la un interval de timp mai mare. Cu ocazia trecerii de la un sezon de exploatare la altul, revizia tehnică de gradul 1, sau 2, se suplimentează cu unele lucrări specifice care formează revizia tehnică sezonieră. În cadrul reviziilor tehnice de gradul 2, operațiile de întreținere tehnică, prevăzute, se execută de aceeași echipă de muncitori (în cadrul stațiilor de întreținere auto) ca și la revizia tehnică de gradul 1.

În țara noastră pentru întreținerea autovehiculelor se aplică „Normativul privind întreținerea și reparațiile curente ale autovehiculelor și remorcilor auto”, elaborat în anul 1976 de Centrala de transporturi auto din cadrul Ministerului Transporturilor și Telecomunicațiilor, (tab. 2.16. b). Periodicitatea lucrărilor de întreținere tehnică este funcție de

Tabelul 2.16

Periodicitatea lucrărilor de întreținere a autovehiculelor

Nr. crt.	Denumirea lucrărilor	Periodicitatea [în km echiv.]		
		Autovehiculul echipat cu m.a.s.		Autovehiculul echipat cu m.s.c.
		Autobasculante, autobuze și autotrenuri	Restul autovehiculelor	
1.	Control și îngrijire zilnică (CIZ)	În fiecare din zilele în care autovehiculele sînt în circulație		
2.	Spălarea (S)	<div>— Zilnic pentru autoturismele și autobuzele întreprinderilor care efectuează transporturi de călători în comun;</div> <div>— Ori de cîte ori este necesar, în cazul celorlalte autovehicule, pentru asigurarea aspectului estetic, precum și pentru a se putea efectua lucrările de deservire tehnică.</div> <div>Pentru planificare se consideră periodicitatea la 300 km echiv.</div>		
3.	Revizia tehnică de gradul I (RT-1)	2 000	2 500	3 000
4.	Revizia tehnică de gradul II (RT-2)	8 000	10 000	12 000
5.	Revizia tehnică sezonieră (RT-S)	<div>De două ori pe an, în perioada 15.III—30.IV și 15.X—30.XI, odată cu o RT-1 sau RT-2. Pentru calculele de planificare și normare se consideră:</div> <div>15 000</div> <div>18 000</div>		

parcursul echivalent al automobilelor (deci se ține seama de nivelul vibrațiilor care apar din cauza stării tehnice și mărimii declivității drumurilor). De asemenea, se ține seama de tipul automobilului care influențează periodicitatea întreținerii prin destinația sa (intensitatea utilizării lor în exploatare, respectiv tractarea sau nu de remorci).

Un program de întreținere tehnică trebuie să stabilească, în afară de operațiile de executat, și norma de timp necesară (Aneza IV) fiecărei lucrări în parte, aceasta permițând planificarea forței de muncă necesară și mărimea spațiilor de întreținere (numărului de posturi de lucru).

Lucrările de mentenanță prin reparații. Reparațiile cuprind operații de remediere, recondiționare și de înlocuire de piese, agregate și subansamble care pot fi efectuate în mod preventiv, planificat sau accidental, în funcție de apariția lor, în procesul de exploatare. În orice situație (în afară de cazul reparațiilor preventive, când lucrările de mentenanță se efectuează înainte de apariția defectărilor) operațiile de mentenanță au un caracter *corectiv*, deoarece urmăresc restabilirea capacității funcționale a (performanțele) automobilelor.

Organizarea reparațiilor se face, în primul rând, în funcție de complexitatea lucrărilor și în al doilea rând, în funcție de momentul apariției necesității efectuării lor pe parcursul ciclului de exploatare a automobilelor. Din acest punct de vedere reparațiile automobilelor se împart în două categorii și anume: reparații curente și reparații planificate.

Reparațiile curente — sînt operații neplanificate — care prevăd executarea lucrărilor de remediere și de înlocuire de piese și agregate, a căror necesitate se stabilește, în general, ori cu ocazia controlului și îngrijirii zilnice, ori cu ocazia reparațiilor accidentale. Cu ocazia acestor reparații se vor remedia toate defecțiunile care pot provoca, mai devreme sau mai târziu, imobilizarea mijlocului de transport sau care îl fac impropriu pentru trimiterea în cursă, în condiții de deplină siguranță a circulației.

Reparațiile curente, funcție de posibilitățile de executare a lucrărilor de remediere și de înlocuire, pot fi:

— *directe*, când reparația se execută nemijlocit pe automobil sau cu demontarea numai a pieselor defecte (fără să se demonteze întregul agregat din care fac parte elementul defect);

— *de agregat*, când complexitatea defecțiunii impune demontarea de pe automobil a întregului agregat avariat în vederea remedierii sau înlocuirii lui cu unul nou sau recondiționat.

Reparația curentă de agregat, în funcție de baza tehnico-materială a întreprinderilor deținătoare de automobile sau de sistemul de organizare a reparației respective, poate să fie prin remediarea directă a agregatului defect în unitate, sau în alte ateliere specializate, și apoi remontarea lor pe același automobil, sau pe bază de agregate de schimb, când cel defect se înlocuiește cu altul nou sau reparat în prealabil.

Metoda de remediere a agregatului defect, prin remontarea lui pe același automobil după reparație, se poate utiliza cu eficiență economică corespunzătoare numai când timpul de reparație nu este mare (se fac recondiționări la un număr redus de piese cu operații simple sau se înlocuiesc piese mai puțin importante). În caz contrar, crește timpul de imobilizare a automobilului în reparație și deci, mijlocul de transport va fi scos un timp mai îndelungat din sfera producției. Totuși, în cazul unor întreprinderi de transport sau a altor întreprinderi deținătoare de auto-

mobile, care sînt dotate și cu tipuri speciale de automobile în număr relativ redus, cînd nu se pot prevedea stocuri de agregate de schimb, singura metodă de reparație rămîne cea prin remontarea agregatului defect, după reparație, pe același automobil cu acceptarea chiar a situațiilor ca timpul de imobilizare să fie mai mare.

Metoda de reparație cu schimb de agregate, din punct de vedere tehnico-economic, este avantajoasă numai cînd ansamblul sau subansamblul defect, prezintă un grad de uzură generală avansat la majoritatea pieselor sau chiar numai la piesele principale. Agregatul defect, care a fost schimbat cu altul reparat anterior, urmează a fi reparat la un atelier specializat. Automobilul în această situație va fi imobilizat numai pe un interval de timp echivalent cu timpul necesar pentru demontarea agregatului defect și deci, se reduce în mod substanțial durata reținerii automobilului în atelierul de întreținere și reparație.

Reparația curentă prin schimb de agregate este avantajoasă și pentru că permite concentrarea lucrărilor de reparație în cadrul unor întreprinderi specializate, care astfel își pot organiza tehnologia de reparație pe scară industrială și pot asigura condiții tehnice de execuție similare cu a întreprinderilor producătoare de automobile.

Reparațiile curente, fiind operații neplanificate, sînt normate pentru calculul manoperei necesare și deci pentru planificarea forței de muncă și dimensionării atelierelor prin norme medii de timp care reprezintă media volumului de manoperă (ore-om/1 000 km-echiv.) pe întreaga durată de serviciu a automobilelor de la introducerea în exploatare, ca noi, pînă la casare. În anexa V se prezintă conform prevederilor normativului M.T.Tc normele de timp pentru reparațiile curente la automobile.

Reparațiile planificate sînt lucrări de mentenanță preventive și care se aplică automobilelor după ce au realizat normele de parcurs ale ciclurilor de exploatare prevăzute prin normativele în vigoare. Aceste reparații necesită, în general, un volum mare de timp pentru recondiționarea și remedierea tuturor agregatelor de bază de pe automobil, sau eventual intervale de timp de mărime relativ mare la agregatele care necesită intervenții la periodicitatea planificată a întregului automobil. În funcție de volumul, complexitatea și periodicitatea executării reparațiilor planificate, acestea se împart în două categorii și anume: reparații generale și reparații capitale.

Reparațiile generale se aplică la agregatele de bază ale automobilului (motor, cutie de viteză, punte față, punte spate, caroserie și cadru) la care apar la piesele principale, din cauza solicitărilor mai intense, uzuri pînă la limita admisibilă într-un timp mai redus.

De exemplu, în cazul motorului se poate efectua o reparație generală prin resegmentarea, cu o alezare la cota de reparație a cilindrilor și înlocuirea pistoanelor, fără însă să se recondiționeze arborele cotit cu lagărele respective, mecanismul de distribuție etc.

Reparația capitală cuprinde repararea tuturor părților componente prin revizuirea completă a agregatelor, subansamblelor și mecanismelor automobilului, cu demontarea totală a acestora. În cadrul reparațiilor capitale se revizuiesc toate piesele, se înlocuiesc sau se recondiționează, după caz, și astfel se restabilește starea tehnică a automobilelor la parametrii inițiali.

Unitatea de măsură pentru ciclurile de exploatare este parcursul, deoarece uzura (coroziunea, oboseala) și alte cauze care duc la degradarea calității automobilelor sînt legate de durata de funcționare a mijloacelor de transport.

Alegerea duratei ciclului de exploatare între două reparații planificate prezintă o importanță practică deosebită.

Reparațiile frecvente previn riscul ieșirilor din funcțiune accidentale și al avariilor, dar costă mult, datorită cheltuielilor pe care le implică (de materiale și manoperă) ca și datorită pierderilor de producție (ca urmare a timpilor de indisponibilitate). Pe de altă parte, lungirea ciclului de exploatare, cu toate avantajele economice ale creșterii producției (prestației) influențează negativ economicitatea prestației de transport, deoarece prin creșterea uzurii automobilelor sporește riscul ieșirilor din funcțiune accidentale.

În momentul de față, în țara noastră, ca și în alte țări socialiste (URSS, RSC, RPB și altele) se aplică pentru unele tipuri de automobile în loc de reparații capitale, metoda schimbului de agregate, agregatele defecte fiind înlocuite cu agregate noi sau reparate general anterior.

În aceste cazuri, din punct de vedere tehnic, înlocuirea agregatelor și efectuarea altor lucrări complementare (lucrări de tinichigerie, tîmplărie, vopsitorie etc.) se consideră reparații curente, iar lucrările de reparații ale agregatelor defecte au un caracter de reparație generală. Din punct de vedere financiar, suportarea cheltuielilor aferente, aplicării metodei, se face în regimul reparațiilor curente.

CAPITOLUL 3

BAZELE ORGANIZĂRII EXPLOATĂRII TEHNICE A AUTOMOBILELOR

Organizarea rațională a lucrărilor de mentenanță presupune optimizarea proceselor tehnologice de întreținere tehnică și reparație, în funcție de tipul automobilelor și de caracteristicile constructive ale componentelor principale și care necesită tipizarea pe grupe de operații ale acestor activități tehnologice, indiferent de subansamblul sau agregatul pe care se execută, precum și determinarea periodicității optime pentru lucrările de mentenanță preventivă. De asemenea, raționalizarea regimurilor de mentenanță solicită o dotare adecvată pentru a asigura o diagnosticare rapidă și certă a componentelor defectate, precum și în vederea realizării lucrărilor de remediere și recondiționare în limitele și condițiile tehnice prescrise.

3.1. ELABORAREA TEHNOLOGIEI RAȚIONALE DE ÎNTREȚINERE TEHNICĂ

Procesul tehnologic rațional se bazează pe normative bine argumentate fără de care nu se poate realiza o organizare adecvată a producției. La organizarea procesului tehnologic al lucrărilor de întreținere tehnică la automobile, aceste normative trebuie să prevadă operațiile care vor fi efectuate, norma de timp și periodicitatea lor de execuție, precum și SDV-urile necesare pentru aceste lucrări. În general, cheltuielile de manoperă și materiale, la întreținerea tehnică, oscilează în jurul unei valori medii cu o abatere de $\pm 30\%$.

Prima cauză a acestei situații este modul de utilizare a timpului de lucru de către personalul de deservire, deci în timpul total de lucru cât se cheltuiește pentru activități direct productive și cât se consumă prin pierderi tehnologice justificate și nejustificate.

Pierderile tehnologice justificate, constau din consumul de timp la trecerea de la o lucrare la alta, la schimbarea SDV-urilor, la deplasarea și instalarea obiectului muncii, continuitatea și durata cărora depinde de procesul tehnologic respectiv. În consecință, mărimea pierderilor tehnologice justificate, în condiții aproximativ egale, caracterizează raționalizarea tehnologiei respective.

Pierderile tehnologice nejustificate alcătuite din întreruperi în timpul activității personalului de deservire, nu sînt prevăzute în procesul tehnologic și apar, ori dintr-o slabă organizare a muncii în ateliere, ori din motive subiective legate direct de munca personalului de atelier.

A doua cauză a variației intense a necesarului de manoperă este faptul că, durata efectuării fiecărei operații, luată separat, sau a unei întregi grupe de operații de întreținere tehnică, este o mărime aleatoare care se schimbă între limite destul de largi. Această dispersie mare a duratelor diferitelor operații de întreținere tehnică (fig. 3.1) se datorește atât variației timpilor efectivi de lucru cît și schimbării compoziției operațiilor necesare, ambii factori semnalati mai înainte fiind influențați îndeosebi de parcursul realizat de automobile pînă la data efectuării operațiilor respective.

A treia cauză a variației duratei de efectuare a operațiilor de mentenanță este modul de repartizare a timpilor între diferiți componenți ai personalului de deservire, ce impune necesitatea organizării interdependentei, în timp și spațiu, între executant și obiectul muncii. Dacă activitatea lor nu se poate sincroniza, atunci sînt inevitabile pierderile suplimentare de timp de lucru, care pot înlătura în condiții nefavorabile proprietatea pozitivă a specializării pe lucrările de bază (ungere, spălare, lucrări mecanice și electrice și altele). Prin sincronizare se va asigura egalizarea timpilor de lucru între procesele tehnologice în interconexiune atât în privința personalului de deservire cît și privind posturile de lucru.

Din cele prezentate mai înainte rezultă că, scopul final al procesului tehnologic rațional, elaborat pe principiul organizării științifice a muncii este *economisirea timpului de lucru*, care este legat nemijlocit de efectuarea acestor lucrări în condiții de calitate cerute și de asemenea, în sensul ridicării productivității muncii.

O cale sigură în raționalizarea tehnologiei lucrărilor de mentenanță este introducerea metodei de întreținere tehnică în flux a automobilelor, ceea ce asigură reducerea manoperei și ridicarea productivității muncii ca urmare a specializării posturilor de lucru și a locurilor de muncă, ridicarea gradului de utilizare a instalațiilor și echipamentelor tehnologice datorită continuității în aplicare, la fiecare post, a unuia și aceluiași grup de operații, ridicarea disciplinei muncii și a producției ca urmare a continuității și economicității producției, reducerea costurilor și creșterea calității lucrărilor de mentenanță. În cazul liniilor în flux, productivitatea muncii crește cu 20—30% față de posturile specializate paralele și cu 45—50% față de cele universale.

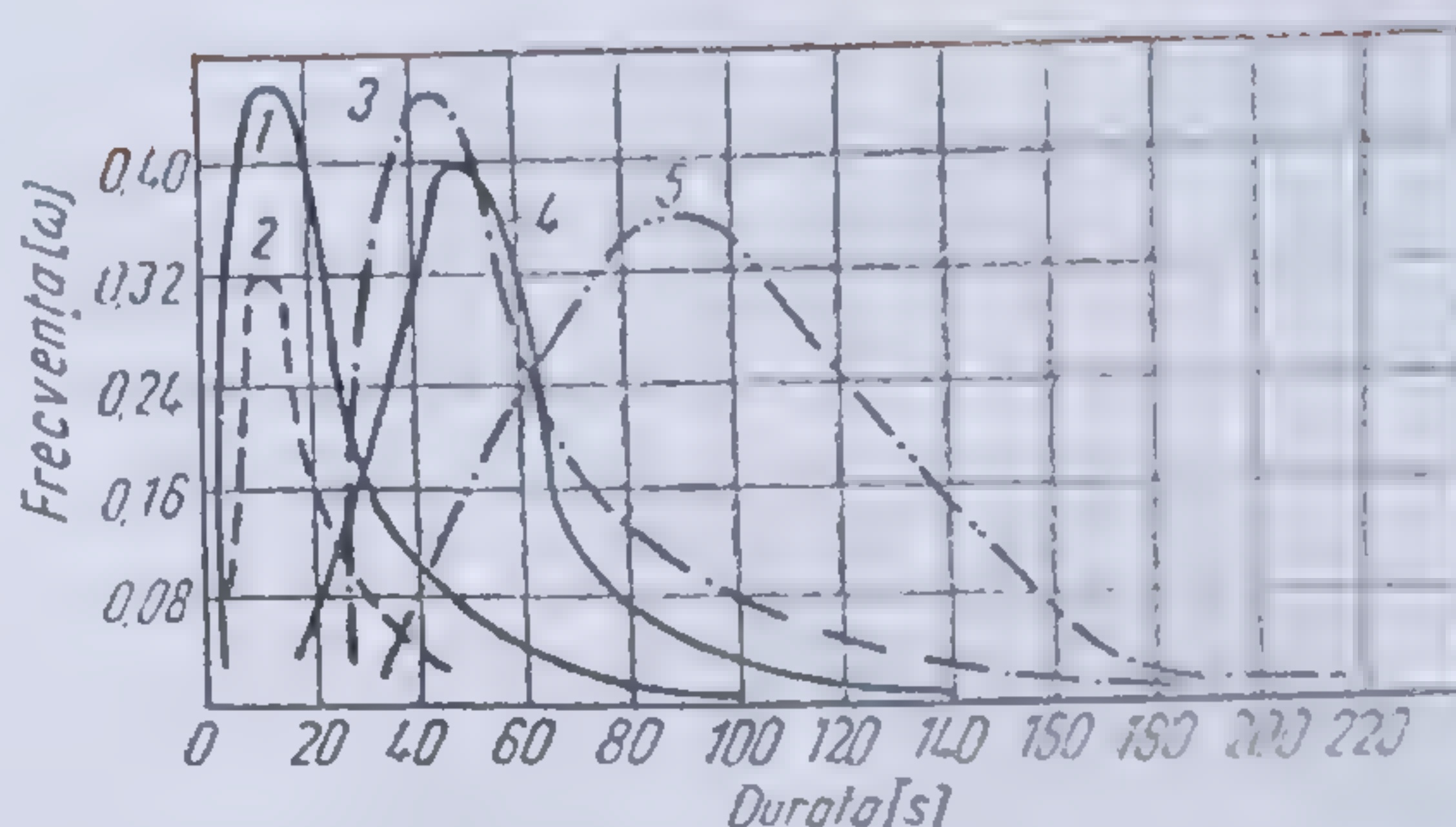


Fig. 3.1. Distribuția duratelor de efectuare a operațiilor de întreținere tehnică la o mentenanță preventivă neregulată pentru un autoturism de capacitate medie :

1 — verificarea și strângerea carcasei cutiei de viteze ; 2 — idem paletelor ventilatorului ; 3 — verificarea nivelului, și dacă este cazul, completarea cu ulei a carcasei cutiei de viteză ; 4 — idem pentru carterul punții din spate ; 5 — verificarea, și dacă este cazul, reglarea rulmenților butucului roții din față.

Totuși, în cazul cînd apar deficiențe organizatorice pot să se înregistreze și unele neajunsuri și anume: utilizarea slabă a suprafețelor și a posturilor de lucru, cînd sînt prevăzute la un număr mare de posturi (pînă la 5—7) un număr relativ redus de muncitori pe un post (1—2); neconcordanța între lucrările de la diferite posturi și între diferiți muncitori și deci pierderi mari din timpul de lucru și altele.

Principiile de bază în cercetarea procesului tehnologic rațional de întreținere constau în:

- îmbunătățirea condițiilor de muncă pentru personalul de deservire;

- realizarea de economii mari prin fiabilitatea operațională ridicată a automobilelor care necesită raționalizarea lucrărilor de mentenanță preventivă, prin care se reduc cheltuielile pentru lucrările de întreținere și reparații și crește gradul de pregătire tehnică a automobilelor;

- închiderea ciclului de mentenanță, care presupune considerarea secției, atelierului, liniei în flux ca o unică unitate productiv-tehnologică, a cărui produs final este starea tehnică bună a automobilelor;

- standardizarea și normalizarea care includ în procesul tehnologic numărul minim de variante, ce pot cuprinde numărul maxim al cazurilor caracteristice întîlnite în practică, necesitînd cele mai mici acțiuni și timp de activitate;

- complexitatea în conținut și simplitatea în utilizare, care necesită prevederea totalității documentației necesare (soluțiile prevăzute, planurile tehnologice, lista instalațiilor, indicatorii de mentanabilitate și altele) într-o formă care ușurează folosirea ei;

- universalitatea care prevede posibilitatea utilizării posturilor, instalațiilor și a întregii linii pentru automobile de diferite mărci și tipuri sau la diferite tipuri de operații de mentenanță;

- considerarea procesului de mentenanță ca o activitate productivă cu un pronunțat caracter probabilistic.

Procesul tehnologic rațional elaborat pe baza principiilor indicate mai înainte va fi și cel economic datorită:

- forței de muncă care ține seama de reducerea timpului de inactivitate la lucrători, specializării lor, adoptării mijloacelor mecanizate;

- obiectul muncii — din cauza reducerii timpului de staționare a automobilelor la întreținere tehnică și îmbunătățirea utilizării bazei materiale a producției;

- lucrărilor în perspectivă — se poate adopta la proiectarea noilor întreprinderi sau la cele existente (cînd se modernizează) soluțiile tehnice și organizatorice care s-au dovedit a fi cele mai raționale.

În formarea liniilor de întreținere tehnică în flux trebuie să se aibă în vedere în primul rînd procesul tehnologic al lucrărilor de mentenanță ale automobilelor ca o problemă de producție cu o proprietate pregnant aleatoare, iar în al doilea rînd trebuie determinate condițiile de formare a listei complete a operațiilor tehnologice stabile, care să asigure o încărcare constantă a grupelor de muncitori specializați (pe posturi, linii, ateliere, în echipe etc.). Din primul considerent vor rezulta condițiile de trecere la o întreținere în flux în cadrul întreprinderilor de transport, iar din al doilea stabilitatea încărcării echipelor de muncitori, încărcare care se formează din suma duratelor aleatoare a lucrărilor de mentenanță aplicate la grupele de automobile care intră pe linie. Cu ajutorul teoremei Moivre-Laplace se poate calcula programul minim al ate-

ierului, liniei sau postului, care să asigure o încărcare constantă, pentru un anumit nivel de încredere al probabilității de execuție a lucrărilor respective $(1 - \alpha)$, adică:

$$N_s \geq \frac{t_i^4 K (1^7 - K)}{\varepsilon^2} \quad (3.1)$$

unde:

N_s este programul de producție al liniei pe schimb, în număr de automobile revizuite tehnic;

t_i — manopera normată pentru operațiile de întreținere tehnică luate în considerație (de exemplu RT—1, RT—2 și altele), în min;

K — coeficientul de repetare a părții de execuție din operațiile de mentenanță, adică probabilitatea de efectuare a anumitor operații la o periodicitate dată a lucrărilor de întreținere tehnică;

ε — precizia estimării timpului de execuție, adică diferența între rezultatele efectiv obținute și a celor teoretic-probabilistice.

Coeficientul de repetare se determină cu relația:

$$K = \frac{\rho}{\mu} \cdot \frac{l(RT)_i}{l_0}, \quad (3.2)$$

unde:

$\rho = \frac{l_0}{\bar{l}}$ este coeficientul periodicității optime și se exprimă ca un

raport între periodicitatea optimă (l_0) și cea medie (\bar{l});

$(lRT)_i$ — periodicitatea normată pentru revizia tehnică de tipul i ;

μ — coeficientul intensității maxime, care ține seama de tipul funcției de repartiție, coeficientul de variație v și nivelul de încredere al probabilității $(1 - \alpha)$;

Pentru legea Weibull se utilizează relația:

$$\mu = \frac{\sqrt{-\ln \frac{1 + \alpha}{2}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}, \quad (3.3)$$

β — parametru de formă din repartiția Weibull.

La determinarea condițiilor de trecere la întreținerea tehnică în flux, în funcție de încărcare, a cărui indicator de bază este stabilitatea, se va ține seama de următorii factori principali:

- mărimea întreprinderii, compoziția și starea tehnică a parcului;
- condițiile de exploatare ale automobilelor;
- regimurile adoptate și condițiile de lucru la posturile și liniile de întreținere tehnică.

În lucrările de întreținere tehnică, stabilitatea cea mai mare o au operațiile de control a căror pondere din manopera totală este: la autocamioane 20—29%, la remorci și semiremorci 23—42%, la autoturisme și autobuze 26—28%.

În consecință, din cheltuielile de manoperă la întreținere tehnică 60—80% va fi destinat acțiunilor directe asupra mecanismelor și agrega-

telor automobilelor (operații de strângere, gresare, reglare etc.), care în același timp va reprezenta și probabilitatea de efectuare a operațiilor în periodicitatea prescrisă a tipului respectiv de întreținere tehnică. Toată această probabilitate de efectuare a lucrărilor de mentenanță, în periodicitate prevăzută, reprezintă *coeficientul de repetare*.

Cunoscând programul de producție pentru un schimb N_s , din relația (3.1), se poate determina ritmul maxim al liniei în flux cu relația:

$$t_p \leq \frac{T_{sch}}{N_s} \quad (3.4)$$

unde T_{sch} este durata unui schimb.

Prin cercetări întreprinse în unele întreprinderi de transport s-a putut constata că, se obține o eficiență bună în utilizarea posturilor și se realizează o economie de spațiu, prin organizarea liniei pentru RT-1 cu două posturi cu 5—7 muncitori. Posturile sînt așezate pe canale de tip îngust și echipate cu un conveier pentru deplasarea automobilelor. Primul post este destinat pentru efectuarea lucrărilor de control, strângere, reglare și electrice, iar al doilea post pentru lucrările de ungere și alimentare cu ulei și alte lichide speciale. Posturile sînt dotate cu instalații moderne de garaj, aranjate în ordinea prevăzută a procesului tehnologic. Astfel, verificările experimentale efectuate au arătat că linia în flux, cu două posturi, pentru întreținerea tehnică, cu un număr redus de muncitori stabili, funcționează în conformitate cu calculele teoretice și asigură: coeficientul de utilizare a timpului de lucru al muncitorilor la nivelul liniilor de flux din industrie, creșterea însemnată a productivității muncii față de posturile universale și reducerea volumului reparațiilor curente care sînt legate de operațiile efectuate la revizia tehnică. Astfel, cazurile de reparații curente aferente listei de operații de la RT-1 s-au redus, datorită lucrărilor de strângere cu 1,6 ori, iar datorită lucrărilor de reglare de 1,2 ori.

3.2. TIPIZAREA SOLUȚIILOR TEHNOLOGICE ÎN CADRUL LUCRĂRILOR DE ÎNTREȚINERE TEHNICĂ

Realizarea tipizării soluțiilor tehnologice asigură, în întreprinderile de transport auto, adoptarea formelor de organizare ale producției cele mai avansate cu resurse potențiale mari în privința comasării lor. Din experiența existentă, în momentul de față, se evidențiază posibilitatea organizării liniilor în flux în cazul lucrărilor pentru RT-1 și RT-2.

În acest caz documentația tehnologică tipizată trebuie să cuprindă următoarele:

- tipul liniei pentru RT-1, respectiv RT-2;
- planificarea tehnologică a liniei tipului adoptat;
- fișele de operații — tehnologice;
- schema de repartizare a muncitorilor pe linie, respectiv pe posturi;
- recomandări în privința metodei de reglare a liniei și a sincronizării activității muncitorilor și posturilor.

În elaborarea tipurilor de linii se iau în considerație următoarele premise și elemente:

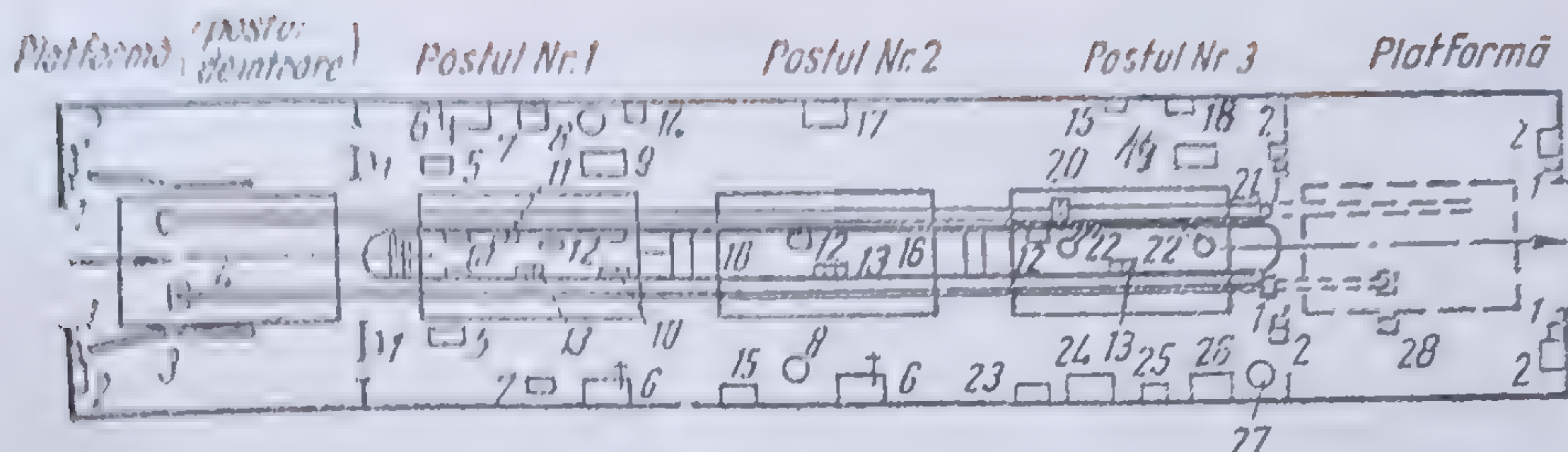


Fig. 3.2. Schema planului tehnologic al liniei în flux de tipul 2:

1 — mecanism de acționare al porții; 2 — instalație pentru perdea termică a ușii; 3 — role de ghidare; 4 — conveier pentru deplasarea automobilelor; 5 — cheia cu acționare electrică pentru piulițele roților; 6 — banc de lucru; 7 — coloana de distribuție automată a aerului; 8 — rastel rotitor pentru piesele de fixare; 9 — rastel-masă pentru piesele electrice; 10 — cric pentru ridicarea roților; 11 — cheia cu acționare electrică pentru piulițele buzelor arcurilor; 12 — suport pentru canalul de vizitare; 13 — cutie pentru instrumentele și piesele de fixare; 14 — rezervor pentru lichidul de frână; 15 — ladă pentru materiale de șters; 16 — pasarelă; 17 — masă pentru întocmirea notelor de comandă și păstrarea documentelor de control ale echipei; 18 — coloana de distribuție a uleiului; 19 — masă-rastel; 20 — dispozitiv pentru torsionarea arborelui cardanic; 21 — jgheab de ghidare pentru roțile din față; 22 — grătar articulată pentru scurgerea uleiului uzat; 23 — rezervorul distribuitorului de ulei; 24 — instalația pentru alimentarea cu ulei a agregatelor de ungere; 25 — pompă de gresare, staționară, cu mai multe posturi; 26 — bazin pentru spălarea filtrelor de aer; 27 — dispozitiv pentru alimentare cu aer comprimat; 28 — instalația de aspirație a gazelor de evacuare.

- realizarea unui număr foarte redus de tipuri de linii;
- posibilitatea organizării pe o linie a câtorva variante de procese tehnologice în funcție de numărul muncitorilor;
- cuprinderea a tot ce este mai caracteristic, și de perspectivă, din întreprinderile de transport auto de destinație generală;
- restrângerea numărului posturilor pe linie;
- reducerea cheltuielilor la clădirile construite, la instalații și la întreținerea lor, sincronizarea și conducerea competentă a lucrărilor pe linie, posibilitatea specializării liniei în funcție de tipul și marca automobilelor.

Liniile în flux pentru RT-1, de regulă, se împart în două grupe: *tip 1* — cu două posturi de lucru și *tip 2* cu trei posturi de lucru (fig. 3.2), având fiecare dintre ele trei variante tehnologice (tab. 3.1). La proiectarea liniilor respective se va alege tipul și varianta necesară din următoarele date inițiale: parcursul anual al parcului (sau al grupelor de automobile de tipuri și mărci diferite), sau programul de producție minim pe schimb al liniei; marca (modelul) automobilelor; condițiile speciale de exploatare.

Planificarea tehnologică a liniei în flux cuprinde schema liniei cu repartizarea instalațiilor și echipamentelor necesare. De asemenea, se ține cont de cerințele organizării științifice a muncii la locul de muncă, adică: asigurarea condițiilor sanitaro-igienice favorabile (iluminatul, ventilația, temperatura, aer nepoluant) și a normelor de tehnică a securității muncii, utilizarea cu instalații de garaj (cărucioare și rafturi speciale pentru deplasarea instrumentelor, sculelor, pieselor de schimb și a materialelor), care permit reducerea pierderilor de timp datorită cauzelor tehnologice justificate și altele. Ambele tipuri de linii, cu variantele prezentate se prezintă cu un singur canal rectiliniu echipat cu un conveier pentru deplasarea automobilelor de la un post la altul. Alegerea și repartizarea instalațiilor, pentru fiecare tip de linie în flux, se efectuează ținând cont de tehnologia elaborată pentru revizia tehnică de gr. 1, respectiv gr. 2 și de distribuția lucrărilor pe posturi.

Planificarea tehnologică a liniei în flux de tipul 2 cu trei posturi de lucru se prezintă în figura 3.2. Capacitatea de trecere (programul de

Tabelul 3.1

Tipurile de linii în flux pentru revizia tehnică de gradul I, pentru autocamioane

Parametrii de bază ai liniei				Capacitatea de trecere a liniei sau zonei-numărul reviziilor tehnice			Condițiile de alegere a liniei		
Varianta	Numărul liniei	Numărul posturilor pe linie	Numărul muncitorilor pe linie, în zonă	În cazul săptămânii cu cinci zile lucrătoare	În cazul săptămânii cu șase zile lucrătoare	Pe an	Tipul automobilelor	Categoriile condițiilor de exploatare	Parcursul anual al parcursului de automobile [mii. km. ec.]
I-1	1	2	5-6	13,9-15,8 12,8-16,0 13,4-14,8	12,2-13,8 11,2-14,0 11,7-12,9	3 720-4 210 3 400-4 250 3 580-4 020	autocamioane cu platformă de 3,5 t	I II III	8,0-9,0 6,0-7,5 5,0-5,5j
I-2	1	2	6-7	13,9-15,8 12,8-16,0 13,4-14,8 12,6-13,4	12,2-13,8 11,2-14,0 11,7-12,9 11,0-11,7	3 720-4 210 3 400-4 250 3 580-4 020 3 220-3 580	idem de 5 t autobasculante de 5 t	I II III	8,0-9,0 6,0-7,5 5,0-5,5 4,5-5,0
I-3	1	2	8-9	12,6-14,6 13,3-14,6	11,0-12,8 11,6-12,8	3 460-3 940 2 540-3 900	autocamioane de 5 t cu remorci	I II	7,0-8,0 6,0-6,5
II-4	1	3	7-9	16,6-23,0 17,0-23,6 16,0-24,4	14,5-20,1 14,9-20,6 14,0-21,3	4 420-6 130 4 550-6 280 4 270-6 500	autocamioane cu platformă de 3,5 t	I II III	9,5-13,5 8,0-11,0 6,0-9,0
II-5	1	3	8-11	17,4-23,4 13,6-23,6 17,4-24,4 16,0-22,9 11,9-16,4	15,2-20,5 11,9-20,6 15,2-21,3 14,0-20,0 10,4-14,3	4 640-6 250 3 630-6 280 4 640-6 500 4 270-6 100 3 170-4 360	Idem de 5 t autocamioane de 5 t cu remorci	I II III III III	10,0-14,0 8,0-11,0 6,5-9,0 6,0-8,5 4,0-5,5
II-6	1	3	10-14	16,7-23,2 16,0-22,8	14,6-20,3 14,0-19,9	4 450-6 190 4 270-6 070	autocamioane de 5 t cu remorci	I II	9,0-12,5 7,0-10,0

producție) a acestei linii se află între 15—24 de revizii pe schimb, care asigură întreținerea unui parc de 240—350 autocamioane, a cărui parcurs anual total în condițiile de exploatare medii (II) este de 8—11 mil. km. Posturile nr. 1 și 2 ale liniei sînt destinate pentru efectuarea lucrărilor de control, reglare, strîngere, electrice și verificarea anvelopelor, iar postul nr. 3 se specializează în lucrările de ungere, alimentare cu ulei și curățire finală. Pe partea de intrare și ieșire a liniei se află platformele de așezare a automobilelor, echipamentul pentru conveier și ușile.

În privința elaborării fișelor de operații tehnologice trebuie reținut faptul că, în cazul acestor fișe, se includ grupe de operații tehnologice indivizibile (OTI), spre deosebire de planurile de operații obișnuite, care sînt concepute prin admiterea operațiilor separate, divizate pe agregatele și mecanismele automobilelor. Se consideră, tehnologic indivizibil, acele operații care se efectuează de un singur muncitor fără schimbarea instrumentului de lucru și prin deplasare pe același nivel, în limite care nu depășesc o rază de acțiune mai mare de un metru. Operațiile tehnologice indivizibile sînt elemente constitutive de sine stătătoare, cele mai mici ale procesului tehnologic, prin gruparea cărora se pot obține una din soluțiile tehnologice preconizate.

Fișele de operații tehnologice (FOT) conțin manopera pentru întreținerea tehnică și condițiile tehnice pentru îndeplinirea prevederilor din aceste documente. Fișele sînt elaborate după tipul lucrărilor (control, strîngere, ungere, reglare și altele), pe baza operațiilor tehnologice indivizibile și au un număr curent unic pentru tipul dat de întreținere, astfel că fiecare FOT își are numărul lui permanent.

Schema de repartizare a muncitorilor (tab. 3.2) conține numerele OTI care sînt îndeplinite de fiecare lucrător și dispuse într-o succesiune

Tabelul 3.2

Schema de repartizare a muncitorilor pe posturi la linia în flux pentru RT-1 în cazul autocamioanelor R.8135F productivitatea 15—16 revizii/schimb; ritmul liniei 38 min

Denumirea postului	Nr. muncitorilor pe post	Manopera totală pentru efectuarea operațiilor pe post [om·min]	Muncitorul	Categoria	Specialitatea muncitorilor	Locul efectuării operației	Manopera medie a operațiilor pe muncitor [om·min]
Efectuarea lucrărilor de control, strîngere, reglare și electrice și a lucrărilor la aparatele sistemului de alimentare al motorului	3	63,1	Primul	4	Șef de echipă, mecanic auto	Sus	7,5
			Al doilea	2	Electrician auto	Sus	28,3
			Al treilea	3	Mecanic auto	Sus și jos	27,5
Efectuarea lucrărilor de control, strîngere și reglare	3	68,3	Primul	4	Șef de echipă, mec. auto	Sus	17,5
			Al patrulea	2	Mec. auto	Sus	21,7
			Al cincelea	4	Idem	Jos	29,1
Efectuarea lucrărilor de control și ungere	1	36,6	Al șaselea	2	Muncitor gresor	Sus și jos	36,6

rațională specifică procesului tehnologic respectiv. Toate cele șase variante de linii elaborate (v. tab. 3.1) conțin de la 5 la 14 muncitori pe linie cu precizarea sferei de activitate a unui singur executant.

Ordinea de utilizare a documentelor tehnologice tipizate este următoarea:

- în funcție de categoria condițiilor de exploatare, tipul mijlocului de transport și parcursul anual al parcului (sau programul de producție) se alege tipul liniei (v. tab. 3.1);

- în funcție de tipul liniei adoptat se efectuează: repartizarea muncitorilor pe posturile liniei, stabilirea specialității și a categoriei de calificare a acestora, determinarea manoperei medii a activității de producție pe posturi și pe muncitori, stabilirea listei OTI și succesiunea lor pentru fiecare muncitor (v. tab. 3.2);

- după numărul OTI, în schemă, se înscriu operațiile respective în FOT;

- pe baza OTI și FOT se elaborează planul tehnologic al liniei, al postului și al fiecărui loc de muncă (fig. 3.2).

Alegerea documentelor tehnologice inițiale este prima etapă, după care urmează sincronizarea și reglarea efectivă a liniei.

Lucrările caracteristice reviziilor tehnice de gradul 2 (RT-2) se pot efectua în două variante de organizare: pe posturi înfundate cu specializări parțiale și pe linie în flux (tab. 3.3).

Prima variantă se recomandă să fie adoptată pentru întreprinderi de transport (autobaze) de dimensiuni reduse, cu un parc de autovehicule de diferite mărci și în cazul lipsei spațiilor necesare pentru construcția liniilor rectilinii. Specializarea parțială a variantei se referă la executarea lucrărilor de ungere și alimentare, precum și a lucrărilor de diagnosticare pe posturi specializate.

În a doua variantă, utilă pentru întreprinderile de transport auto (autobaze) medii și mari, care au autovehicule de tipuri apropiate, se recomandă posibilitatea folosirii liniilor tipizate de RT-1. Dotarea suplimentară a liniei de RT-1 se rezumă la montarea de instalații suplimentare (cu circa 30%), însă pe linia în flux pentru RT-1 de primul tip se organizează în loc de două, patru posturi, iar pentru al doilea tip cu trei posturi pentru RT-1 se vor prevedea cinci posturi pentru RT-2. Pe platforme, separat de restul liniei, se organizează posturile nr. 1 și nr. 4, respectiv nr. 5. Pe primul post se efectuează diagnosticarea prealabilă a automobilului, iar pe ultimul post operații de control final și de recepționare.

Utilizarea liniilor unificate, destinate pentru efectuarea lucrărilor de RT-1 și RT-2 mărește rentabilitatea și reduce timpul de amortizare a investițiilor suplimentare (tab. 3.4). În acest caz, se va trece la organizarea muncii pe două sau trei schimburi, din care unul sau două schimburi vor fi destinate operațiilor din RT-2.

Din cele prezentate rezultă că, prin elaborarea și introducerea documentației la organizarea și tehnologia întreținerii tehnice a automobilelor se asigură:

- reducerea manoperei și costul întreținerii tehnice cu cel puțin 15—20% și al costului reparației curente cu 5—7%;

- creșterea coeficientului de pregătire tehnică cu 2—3%;

- reducerea duratei și cheltuielilor referitoare la elaborarea documentației tehnice pentru proiectare și modernizare;

Varianțe de organizare pentru lucrările de RT-2

Caracteristicile variantelor de organizare				Specializarea după grupele de operații, % de manoperă din RT-2					
varianta	metode de întreținere	programul		condițiile de aplicare	1 (grupă — 8%)	2 (grupă — 18%)	3 (grupă — 60%)	4 (grupă — 9%)	5 (grupă — 5%)
		numărul reviziilor pe schimb	dimensiunea aproximativă a parcului de automobile						
Prima	Posturi înfundate cu specializări parțiale	Două și mai mult	--	Întreprinderi de transport auto (autobuze) mici cu autovehicule de mărci diferite și în lipsa liniei de întreținere	control diagnosticare în funcție de stațiile rețelei — că există înaintea de RT-2	operațiile de întreținere ale sistemului de alimentare și instalatiei electrice la care este necesară pornirea motorului	operații de întreținere care nu sunt legate de pornirea motorului	ungere, alimentare, curățare	controlul și recepția după întreținerea tehnică
A doua	Linia în flux de tipul I cu 4 posturi (sau se utilizează linia RT-1 de tipul I).	3 — 5	180 — 240	Întreprinderi de transport auto (autobuze) medii, există un program corespunzător pentru tipuri similare de automobile	Post specializat în diagnosticări complexe	Postul nr. 1 (platforma de la linia RT-1 de tipul I)	Postul nr. 2 (postul nr. 1 de la linia RT-1 de tipul I)	Postul nr. 3 (postul nr. 2 de la linia RT-1 de tipul I)	Postul nr. 4 (platforma de la linia RT-1 de tipul I)
	Linia în flux de tipul II cu 5 posturi (sau se utilizează linia RT-1 de tipul II)	5 — 7	460 — 480	Întreprinderi de transport auto (autobaze) mari, ateliere pentru întrețineri centralizate		Postul nr. 1 (platforma la linia RT-1 de tipul I)	Postul nr. 2 și nr. 3 (postul nr. 1 și nr. 2 de la linia RT-1 de tipul II)	Postul nr. 3 (postul nr. 4 de la linia RT-1 de tipul II)	Postul nr. 5 (platforma de la linia RT-2 de tipul II)

Tabelul 3.4

Eficiența economică și timpul de recuperare a investiției capitale
prin organizarea procesului tehnologic la RT-1 pe baza documentației tipizată

Indicatorii	Linia de tipul I		Linia de tipul II	
	R.8135	R.10215	R.8135	R.10215
Numărul posturilor	2	2	3	3
Programul pe schimb, în automobile	11—16	11—16	15—24	15—24
Investiția capitală totală în mil. lei,				
din care:	6,7	6,7	6,1	8,1
— construcția liniei	2,5	2,5	3,3	3,3
— instalațiile tehnologice	3,5	3,5	4,1	4,1
— lucrările de montaj	0,7	0,7	0,7	0,7
Economia totală anuală, în mil. lei,				
din care:	3,6—4,7	4,5—5,9	5,3—7,5	6,6—9,3
— datorită întreținerii tehnice	0,5—0,8	0,6—1,1	1,1—1,8	1,4—2,1
— datorită reparației curente	3,1—3,9	3,9—4,8	4,2—5,7	5,2—7,2
Timpul de amortizare (ani)	1,6—1,3	1,3—1,0	1,4—1,0	1,1—1,0

— reducerea cheltuielilor la unificarea liniilor;

— recuperarea investițiilor capitale suplimentare la amenajarea și echiparea liniei în limitele de 1 pînă la 1,5 ani.

În desfășurarea activităților de producție pe linia în flux, are o deosebită importanță, încărcarea uniformă a posturilor și muncitorilor care este condiționată de posibilitatea de *reglare și sincronizare a procesului tehnologic de întreținere tehnică* în mod rațional atît la elaborarea proiectului, cît și în activitatea practică. Clasificarea metodelor de sincronizare, în funcție de momentul efectuării procesului tehnologic, a preciziei, a metodelor, procedeeelor și gradului de evidențiere, este redată în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5

Sincronizarea procesului tehnologic la întreținerea tehnică a automobilelor

Perioada de efectuare a sincronizării	Precizia sincronizării	Gradul de evidențiere a variației	Procedee de sincronizare
La proiectarea și calculul procesului tehnologic al întreținerii tehnice	Metoda prealabilă (grosolană)	După normative	Redistribuirea operațiilor între muncitori
La început și în timpul reglării procesului tehnologic	Metodă controlată (fină)	Statistic	Schimbarea succesiunii în realizarea OTI
Sincronizare permanentă sau periodică	Idem	În interiorul liniei	Alegerea corectă a muncitorilor în funcție de calificarea și calitățile lor individuale. Instruirea suplimentară a muncitorilor, utilizarea procedeeelor raționale la efectuarea operațiilor care limitează programul. Introducerea de instrumente specializate și mecanizarea operațiilor care necesită un mare volum de muncă. Excluderea operațiilor predominante.

Sincronizarea prealabilă se efectuează, în perioada elaborării proiectului și la începutul pornirii liniei, prin supravegherea vizuală a activității liniei în scopul evidențierii opririlor forțate a lucrului din cauza imposibilității efectuării simultane a operațiilor de doi sau mai mulți muncitori, întârzierilor sistematice în comparație cu ritmul liniei, al unuia sau altuia dintre operatori, ca și datorită erorilor posibile la elaborarea planului tehnologic al postului. După evidențierea locurilor înguste începe reglarea propriu-zisă a liniei în flux, care se realizează prin egalizarea manoperei fiecărui muncitor cu ritmul postului în așa fel ca:

$$\frac{t_{p1}}{M_1} \approx \frac{t_{p2}}{M_2} \approx \dots \approx \frac{t_{pn}}{M_n} \approx t_{p1}, \quad (3.5)$$

unde $t_{p1}, t_{p2}, \dots, t_{pn}$ este durata medie normată a lucrului pe posturi, iar M_1, M_2, \dots, M_n — numărul corespunzător de muncitori pe posturi.

Sincronizarea fină se realizează în scopul egalizării cu mai mare precizie a timpilor de lucru la muncitori, pe tot parcursul funcționării liniei, cu o valabilitate permanentă sau numai pentru un singur moment. Sincronizarea permanentă este impusă de schimbarea manoperei datorită perfecționării metodelor de muncă, a creșterii experienței muncitorilor, prin introducerea mijloacelor mecanizate, de asemenea datorită schimbării condițiilor de exploatare ale automobilelor, a stării tehnice a parcului și din alte cauze.

Sincronizarea fină se bazează pe procedee statistice sau pe elemente interne ale liniei. Ea determină distribuirea timpilor de lucru pe posturi și pe linie prin metode probabilistice pentru grupele OTI, conținând pe obținerea coeficienților de variație cei mai mici și a diferențelor minime față de valoarea medie, deci abateri medii pătratice mici. Totuși, cu acest procedeu practic nu este posibil să se determine cu un grad de precizie acceptabil durata de efectuare a fiecărei operații și ritmul corect al liniei.

Sincronizarea fină prin elemente interne ale liniei sau pe scurt *sincronizarea interioară a ritmului liniei*, se poate aplica prin două variante de sincronizare: prin colaborarea reciprocă între muncitori și prin utilizarea activității operatorilor flotanți.

Sincronizarea interioară prin colaborare reciprocă se realizează prin aceea că, muncitorii care termină mai devreme efectuarea operațiilor din lista lor, trec în ajutorul muncitorilor în întârziere, (care nu se încadrează în ritmul liniei), fapt ce reduce pierderile datorită muncii nesincronizate a muncitorilor. Totuși această colaborare reciprocă este posibilă, dacă toți muncitorii sînt capabili să înlocuiască unul pe celălalt, fapt ce mărește cerințele de calificare a lor.

De aceea, este mai rațională folosirea muncitorilor flotanți pentru reducerea întreruperilor din cauza nesincronizării. De obicei, rolul muncitorului flotant este îndeplinit de șeful echipei de muncitori, care are o calificare corespunzătoare, și este încărcat cu efectuarea unor operații permanente, numai în așa măsură, ca să-i rămînă o parte din timp pentru ajutorarea muncitorilor care nu reușesc să se încadreze în ritmul liniei.

La încărcarea muncitorilor flotanți trebuie să se țină seama de două condiții:

— *manopera*, care este necesară pentru echilibrarea activității pe linie ($t_{l_{sch}}$) trebuie să aibă o valoare mai mică decât pierderile de timp datorită nesincronizării, deci :

$$t_{l_{sch}} < \sum_{i=1}^{k-2} t_{l_i} - (k-2) t_{l_{min}} ; \quad (3.6)$$

unde k este numărul total al muncitorilor de pe linie, inclusiv șeful de echipă, iar t_i timpul efectiv de lucru al muncitorului i din echipă (în afara șefului de echipă, și al muncitorului cu $t_{l_{min}}$) ;

— activitatea de echilibrare a manoperei pe linie să se încheie pînă în momentul terminării lucrului primului muncitor, a cărui încărcare este minimă ($t_{l_{min}}$).

În consecință, pentru efectuarea operațiilor proprii muncitorului flotant îi rămîne timpul (t_{l_f}).

$$t_{l_f} \leq (k-1) t_{l_{min}} - (k-2) \bar{t}_l = \bar{t}_l - (k-1) (\bar{t}_l - t_{l_{min}}), \quad (3.7)$$

unde :

$$\bar{t}_l = \frac{\sum_{i=1}^{k-2} t_{l_i}}{k-2}.$$

Rezultă că, situația optimă este asigurată prin egalizarea timpului de lucru a tuturor muncitorilor de pe linie cu timpul minim de lucru al unuia dintre ei.

Adoptînd o anumită abatere standard față de valoarea medie a timpilor de lucru, se poate calcula timpul de lucru minim al unui muncitor de pe linia de întreținere tehnică cu relația:

$$t_{l_{min}} = \bar{t}_l - K\sigma. \quad (3.8)$$

unde :

σ este abaterea medie pătratică a timpilor de lucru ;

K — coeficientul standard sau parametrul de multiplicare a abaterii medii pătratice.

Cu ajutorul acestei relații, se poate calcula timpul de lucru al muncitorului flotant pentru operații permanente care va fi :

$$t_{l_f} \leq \bar{t}_l - K\sigma (k-1), \quad (3.9)$$

iar gradul lui de încărcare :

$$\kappa = \frac{t_{l_f}}{\bar{t}_l} \leq 1 - Kv (k-1) \quad (3.10)$$

unde $v = \frac{\sigma}{\bar{t}_l}$ este coeficientul de variație a timpului de lucru.

Gradul de încărcare al muncitorului flotant (fig. 3.3) se micșorează

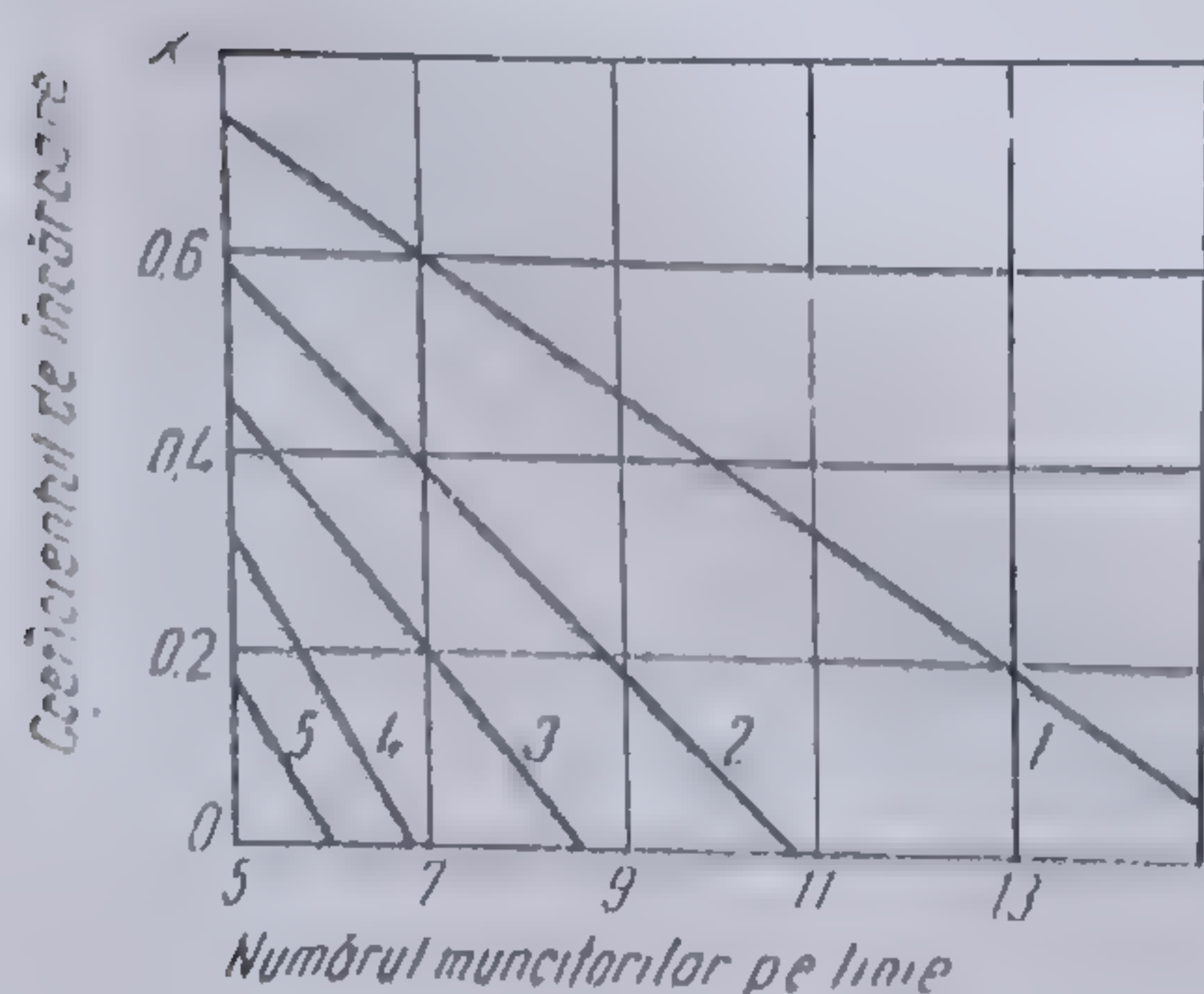


Fig. 3.3. Influența coeficientului de variație și a numărului de muncitori asupra încărcării muncitorului flotant ;

1 — $v = 0,1$; 2 — $v = 0,15$; 3 — $v = 0,20$;
4 — $v = 0,25$; 5 — $v = 0,30$.

la creșterea coeficientului de variație a timpului de lucru al muncitorilor și a numărului de muncitori pe linie. În condițiile de încărcare maximă a muncitorului flotant, cu activitățile de echilibrare a ritmului liniei (deci $i_f = 0$), numărul muncitorilor pe linie se obține din relația (3.10), adică:

$$k = 1 + \frac{1}{K_v}. \quad (3.11)$$

Fracțiunea din resursa manoperei totale a liniei care se rezervă pentru muncitorul flotant, în procente, va fi:

$$\theta = \frac{1}{k} 100 = \frac{K_v}{1 + K_v} 100. \quad (3.12)$$

Această resursă θ va fi rezervată pentru muncitorul flotant ca să se asigure sincronizarea interioară, și în consecință, și micșorarea pierderilor datorită nesincronizării timpilor de lucru la toți muncitorii liniei. Variația lui θ , în funcție de v , este indicată în tabelul 3.6. Astfel, pentru valoarea obișnuită în practică a coeficientului de variație de 0,25—0,35 este necesar să se prevadă o rezervă de 15—20% din manopera totală pentru muncitorul flotant, adică în medie revine un muncitor flotant la 5—7 muncitori stabili pe linie.

Tabelul 3.6

Gradul de rezervare la sincronizarea interioară

Coeficientul de variație	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
Fracțiunea din resursa manoperei pentru muncitorul flotant, în procente	6,3	9,2	11,6	14,5	16,9	19,2
Numărul muncitorilor de pe linie ce revine la un muncitor flotant	16	11	9	7	6	5

3.3. DIAGNOSTICAREA ȘI TEHNOLOGIA ÎNTREȚINERII TEHNICE

Dezvoltarea parcului național de automobile a impus crearea de sisteme rapide și eficace pentru verificarea și aprecierea stării tehnice a mijloacelor de transport în vederea asigurării unei fiabilități operaționale înalte. Aceste sisteme sînt proprii mentenanței preventive.

În procesul tehnologic al lucrărilor de întreținere tehnică un loc important îl ocupă operațiile de diagnosticare, care presupun o dotare tehnică adecvată, cu aparate și instalații din ce în ce mai eficiente și rafinate pentru evidențierea anomaliilor de funcționare sau stărilor de defectare. Sistemul de diagnosticare în afara reflectării cu fidelitate a stării tehnice existente în momentul controlului la agregatul sau mecanismul respectiv, trebuie să asigure într-un timp redus și localizarea și evidențierea cauzelor de defectare, în situațiile de recepționare a acestora.

Metodele de diagnosticare aplicate printr-o organizare și dotare tehnică corespunzătoare, la verificarea automobilelor, vor contribui într-o măsură apreciabilă la creșterea productivității muncii și la ridicarea calității reviziilor tehnice.

Tipurile de diagnosticare a automobilelor pot fi:

— *cu caracter comercial*, ele se fac în perioada de garanție pentru a satisface pretențiile beneficiarilor. În acest caz diagnosticarea poate să fie totală sau parțială, în funcție de dorința clienților, și poate fi efectuată chiar în momentul vânzării în vederea demonstrării calităților automobilului;

— *cu caracter de depanare*, în vederea stabilirii în mod activ al cauzelor și locul defectărilor în procesul de mentenanță;

— *cu caracter de control final*, la terminarea operațiilor de întreținere tehnică sau la reparații curente;

— *cu caracter de verificare a stării tehnice* la sistemele și mecanismele care condiționează siguranța circulației (se efectuează în cadrul lucrărilor de control și îngrijire zilnică);

— *cu caracter de verificare a stării tehnice periodic stabilite* prin normative de stat, de obicei se execută în cadrul lucrărilor de revizii tehnice sau în cadrul reviziilor anuale.

Pe plan mondial, pentru efectuarea lucrărilor de diagnosticare la automobile, s-au dezvoltat următoarele forme organizatorice:

— *diagnosticarea pe linie*, în flux, care presupune existența unei unități de lucru independente cu standuri universale, în vederea efectuării unor verificări complexe, după criterii bine stabilite, la agregatele și mecanismele automobilelor; la baza acestei organizări stă un sistem tehnologic unitar; linia de diagnosticare, ca o unitate de producție de sine stătătoare a întreprinderii de întreținere și reparație (service) devine rentabilă economic, numai în cazul unui grad de motorizare deosebit de ridicat al zonei de amplasare, când sînt eliminate staționările din cauza lipsei de comenzi și amortizate cheltuielile de investiții relativ mari pentru construcții, utilaje, instalații și aparate necesare în procesul de diagnosticare în timp util;

— *diagnosticarea pe standuri de probă*, care din punct de vedere organizatoric se intercalează în procesul tehnologic al reviziilor tehnice; prin posturi de diagnosticare universale se înlesnesc executarea unor verificări complexe, la una sau mai multe agregate, după criteriile stabilite în procesul tehnologic al reviziei tehnice respective; aparatele și instalațiile utilizate pe aceste standuri sînt mult mai ieftine decît cele de pe linia de diagnosticare, ca și amenajările necesare pentru aceste spații;

— *diagnosticarea pe posturi de lucru*, se integrează tot în procesul tehnologic al reviziei tehnice, dar presupune efectuarea de verificări speciale la o anumită unitate funcțională a automobilului după criteriile stabilite în procesul tehnologic al locului de muncă. Acest tip de diagnosticare, s-a dovedit cel mai eficient în procesul tehnologic al lucrărilor de mentenanță, contribuie direct la creșterea productivității muncii, la reducerea cheltuielilor de investiții, la necesitatea unui spațiu de lucru mic; posibilități de verificare și măsurare prin intermediul unui număr relativ mare de muncitori calificați. În cazul lucrărilor de întreținere tehnică conduc și la ridicarea generală a nivelului de calificare și a calității întregului proces de mentenanță.

Alegerea celei mai adecvate forme de organizare a diagnosticării depinde, în primul rînd, de parametrii gradului de motorizare a zonei, de repartizarea teritorială a unităților service deja existente, de mărimea acestor întreprinderi, de problemele tehnice specifice în legătură cu par-

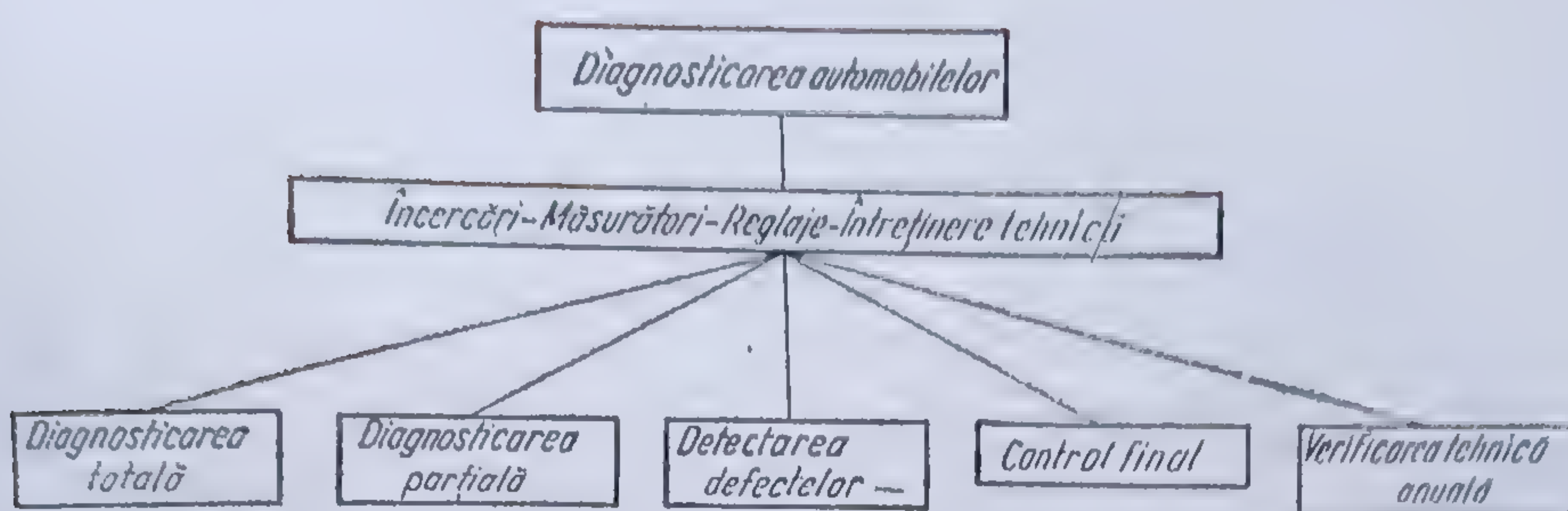


Fig. 3.4. Sistemul de diagnosticare a automobilelor.

cul de automobile existente. În mod sintetic sistemul de diagnosticare a automobilelor este reprezentat în figura 3.4.

În fișele de operații tehnologice, pentru întreținerea tehnică, va fi încadrat și procesul tehnologic al diagnosticării automobilelor care trebuie să stabilească ordinea și succesiunea efectuării operațiilor de control-diagnosticare, utilizarea instalațiilor și aparatelor de diagnosticare, dispunerea acestora în zona respectivă, stabilirea operațiilor de diagnosticare care trebuie îndeplinite de fiecare muncitor și condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească pentru a fi corespunzătoare în exploatare componentele verificate.

La elaborarea procesului tehnologic al diagnosticării automobilelor pentru o anumită întreprindere de transport auto, sau stație service, se va ține seamă de mărimea parcului de automobile și starea lui tehnică, de instalațiile de diagnosticare existente, numărul schimburilor la postul de diagnosticare, repartizarea posturilor în zona de întreținere a atelierului sau garajului și de încărcarea specialiștilor cu activități de diagnosticare.

Scopul diagnosticării la întreținerea tehnică este de a determina necesitățile reale de efectuare a unor lucrări la fiecare revizie tehnică, precum și prognozarea momentului în care vor apare defectările sau avariile respective în procesul de exploatare.

Scopul diagnosticării la reparație este de a evidenția cauza defectărilor sau avariilor, stabilirea procedeelelor celor mai eficiente pentru înlăturarea lor, localizarea defecțiunilor în agregatul sau mecanismul respectiv, cu indicarea volumului lucrărilor de demontare parțială, sau totală, și altele.

În schema generală a întreținerii și reparației automobilelor diagnosticarea ocupă locul regulatorului în tot procesul tehnologic de întreținere și reparații (fig. 3.5).

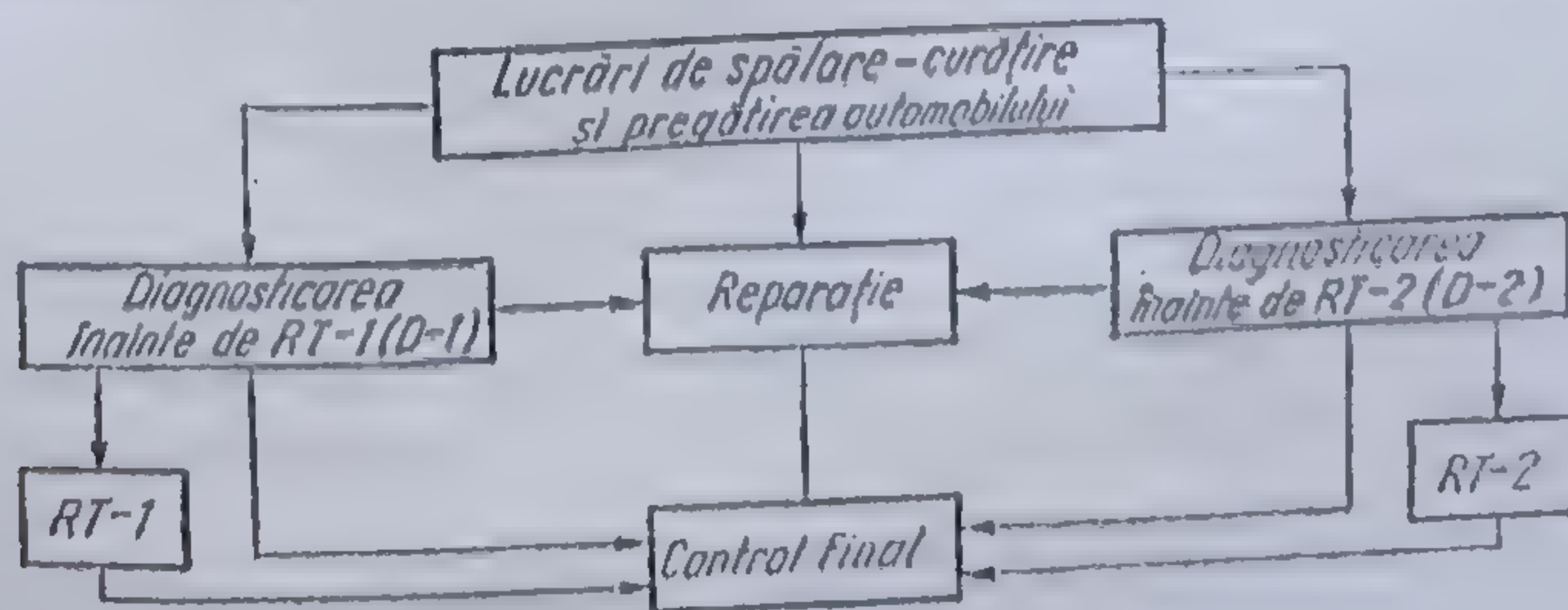


Fig. 3.5. Reglarea procesului de mentenanță prin diagnosticarea automobilelor.

Procesul de diagnosticare se poate împărți în următoarele trei etape:

etapa I — pregătitoare — înainte de diagnosticare automobilul se introduce pentru spălare și îngrijire zilnică. Printr-o examinare exterioară se verifică starea tehnică generală a automobilului, iar pe baza informațiilor primite de la conducătorul auto se consemnează, în fișa de control-diagnosticare, defecțiunile sau anomaliile în funcționare pentru a pregăti și instala aparatele și echipamentele necesare;

etapa a II-a — diagnosticarea propriu-zisă a stării tehnice a automobilelor pe posturi sau pe linia de diagnosticare;

etapa a III-a — de încheiere — care prevede analiza rezultatelor diagnosticării automobilului obținute cu ajutorul aparatelor și instalațiilor și îndrumării acestuia în zona de întreținere tehnică sau reparații.

Diagnosticarea poate să fie parțială sau totală (complexă) în funcție de momentul executării lucrării respective.

Diagnosticarea parțială se efectuează în cadrul reviziilor tehnice de gr. 1, la controlul și îngrijirea zilnică și în cazul reparației curente a automobilelor. Sarcina de bază a diagnosticării înainte de RT-1 este să asigure în permanență pregătirea tehnică și fiabilitatea operațională a automobilelor. Diagnosticarea automobilelor la RT-1 cuprinde măsurile pentru menținerea caracteristicilor de funcționare ale agregatelor, constatare necesară nu numai la lucrările de reglare ale mecanismelor și instalațiilor automobilelor care asigură siguranța circulației, dar și pentru o serie de alte agregate ale automobilelor.

Diagnosticarea, cu ocazia controlului zilnic, după volumul ei, poate să fie diferită, deoarece este determinată de scopul inspecției respective.

Diagnosticarea poate fi efectuată atât pe standuri, cât și pe posturi de întreținere la care se utilizează aparate și instalații adecvate.

Diagnosticarea înainte de RT-2 urmărește menținerea caracteristicii de funcționare optimă tuturor agregatelor și mecanismelor automobilelor, asigurarea unui consum minim de combustibil și lubrifianti, precum și funcționarea fără defectări pînă la următoarea revizie tehnică. Operațiile de diagnosticare înainte de RT-2 au un caracter complex și se execută de obicei pe posturi echipate cu standuri fixe, precum și cu instalații și aparate de diagnosticare mobile.

Introducerea lucrărilor de control-diagnosticare înainte de RT-2 în scopul reglării procesului tehnologic al întreținerii este cel mai mult justificată în cazul cînd automobilele necesită un volum însemnat de manoperă pentru lucrările de reparație curentă.

Schimbarea agregatelor, după cum rezultă și din tabelul 3.7 este relativ o operație rară, iar necesitatea acestei lucrări se poate stabili anticipat. În consecință, intrarea unor asemenea automobile pe posturi (linii) de RT-2 duce la înrăutățirea sincronizării lucrărilor (tab. 3.8), nerealizarea operațiilor impuse, care reduce fiabilitatea automobilelor și productivitatea muncii la lucrările de reparații.

Manopera totală pentru lucrările de control-diagnosticare este de 8—12% din manopera lui RT-2. Încărcarea normală a postului de diagnosticare este deci rentabilă numai în autobaze care au minimum 300 ... 400 automobile.

O schemă de amplasare a unui post de diagnosticare totală pentru autocamioane este reprezentată în figura 3.6 (se asigură două poziții de așezare a automobilului pe post). În prima poziție (automobilul se așază

Tabelul 3.7

Oscilația numărului de agregate și subansamble schimbate pe linia RT-2 la volumul nepreelzat al reparațiilor curente

Agregatele și subansamblele	Numărul de schimbări pe un automobil		
	minim	maxim	mediu
Ambreiaj	0,14	0,43	0,27
Cutie de viteză	0,23	0,50	0,28
Frâna staționară	0,14	0,86	0,53
Cutia de distribuție	0,00	0,07	0,03
Pompa centrală de frână	0,00	0,07	0,01
Reductorul central	0,07	0,93	0,53
Arcul din față	0,29	1,00	0,63
Arcul din spate	0,14	1,00	0,53
Arcul suplimentar	0,14	0,57	0,36
Butucul roții din față	0,21	1,00	0,76
Butucul roții din spate	0,36	1,07	0,89
Total	1,72	7,50	4,88

Tabelul 3.8

Neuniformitatea încărcării posturilor liniei RT-2 la efectuarea unui volum mare al reparațiilor curente

Postul liniei	Ritmul liniei (100% ritmul mediu al liniei)		
	minim	maxim	mediu
Primul	72	178	134
Al doilea	55	123	83
Al treilea	51	164	106
Al patrulea	42	175	81
Al cincilea	32	127	72
Al șaselea	90	164	122

cu roțile motoare pe tamburele standului dinamometric) se verifică automobilul în situația care simulează condițiile de funcționare în timpul rulării. La a doua poziție (automobilul se mută de pe rolele standului și se instalează pe podeaua postului) se asigură verificarea automobilului în stare de nefuncționare.

Așa cum s-a mai subliniat, în ultima etapă (a III-a) a lucrărilor de diagnosticare se efectuează analiza rezultatelor. Făcând periodic aceste operații apare în mod implicit variația parametrilor stării tehnice ai componentelor verificate, care permite evaluarea valorilor pe care le vor avea acești parametri într-un viitor mai apropiat sau mai îndepărtat.

Prognoza permite prevenirea defectelor, evidențierea uzurilor naturale, precum și a îmbătrânirii pieselor, indică parcursul până la prima reparație și între reparații, preîntâmpină demontările înainte de termen, și micșorează, în mod sensibil, manopera lucrărilor de mentenanță prin relevarea necesității de reparație, iar în cazul efectuării acestor lucrări, stabilește volumul lucrărilor și oportunitatea înlocuirii și recondiționării pieselor uzate.

Prognozarea se bazează deci, pe rezultatele diagnosticării, și se reduce la determinarea capabilității tehnice remanente sau a capabilității

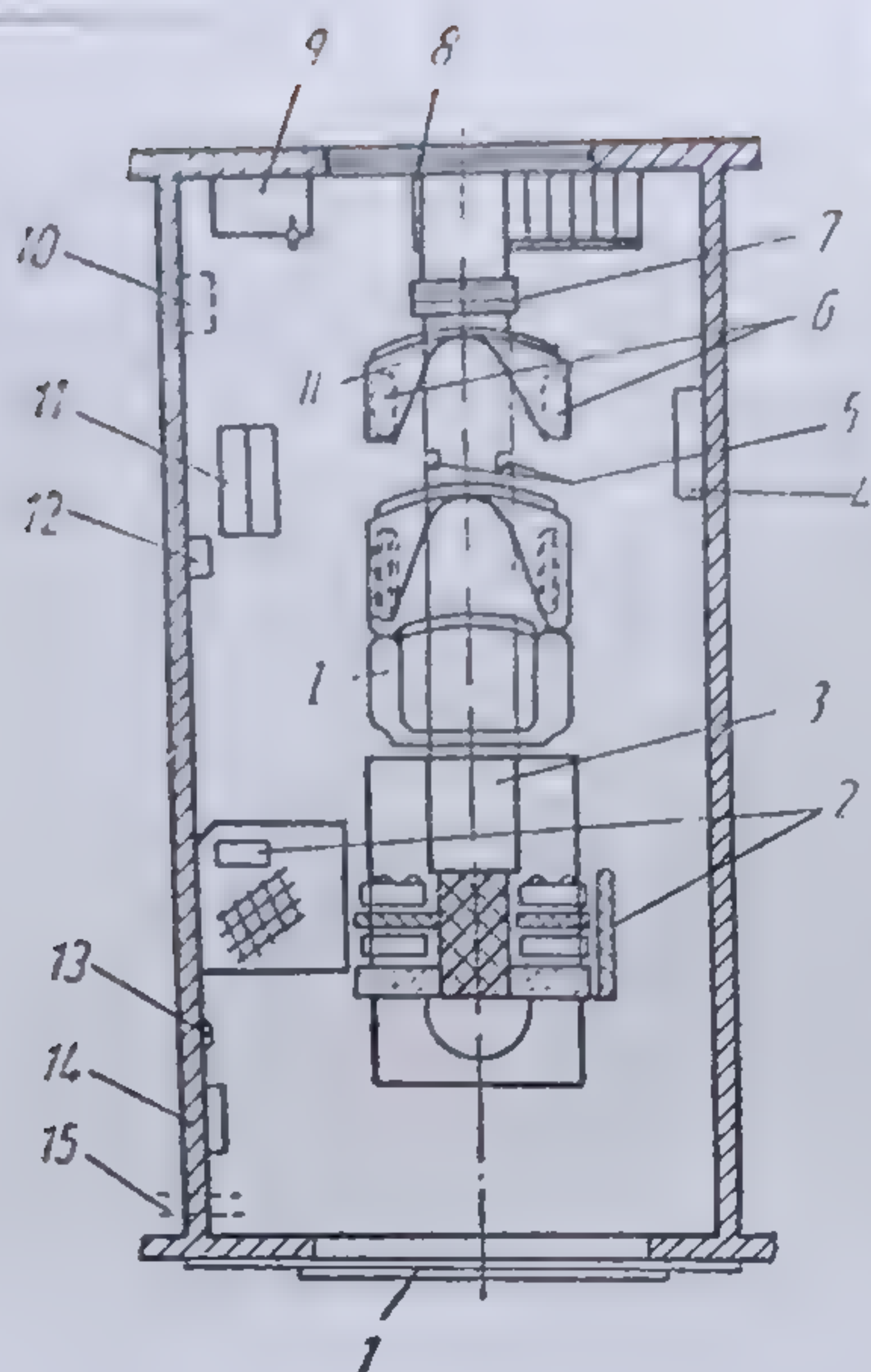


Fig. 3.6. Schema planului tehnologic tipizat pentru postul de control-diagnosticare la autocamioane :

1 — ușa culisantă; 2 — stand pentru diagnosticarea calităților de tracțiune; 3 — canal de vizitare; 4 — dulap pentru aparate portabile; 5 — ridicător hidraulic mobil; 6 — disc rotitor; 7 — pasarelă mobilă; 8 — apărătoare; 9 — banc de lucru; 10 — ventilator pentru aerisire; 11 — tablou de comandă; 12 — priză de aer comprimat; 13 — chiuvetă de apă; 14 — dulap pentru îmbrăcăminte; 15 — priză pentru evacuarea gazelor arse; I — prima poziție a automobilului; II — a doua poziție a automobilului.

garantate pentru o funcționare fără defectare a îmbinărilor, mecanismelor, instalațiilor și agregatelor automobilelor pînă la următoarea diagnosticare sau reparație.

Precizia și siguranța prognozării stării tehnice a componentelor automobilelor depinde, înainte de toate, de măsura în care se cunoaște legitatea generală a schimbării parametrului de control în corelație directă cu condițiile concrete de exploatare. Este necesar a se ține seama de faptul că, parametrii de control se supun legilor statisticii matematice, că variabila care le caracterizează este o mărime aleatorie. Forma funcției care determină capabilitatea remanentă în dependență cu timpul de funcționare este următoarea:

$$P = P_o + b t^\alpha, \quad (3.13)$$

unde :

P_o este valoarea inițială a parametrului de control;

b — coeficientul de proporționalitate;

t — timpul de funcționare al componentei respective;

α și — indicele gradului ecuației.

Resursa remanentă a componentei din momentul diagnosticării pînă la necesitatea efectuării unei lucrări de mentenanță (fig.3.7) se obține din relația (3.13) sub forma :

$$t_{rem} = t_d \left(\sqrt[\alpha]{\frac{P_{um} - P_o}{P_d - P_o}} - 1 \right), \quad (3.14)$$

în care :

P_{um} este valoarea limită a parametrului de control;

P_d — valoarea stabilită pentru parametrul de control în timpul diagnosticării;

t_d — timpul de funcționare (parcursul) de la începutul exploatarei pînă în momentul diagnosticării.

În cazul în care nu este cunoscut timpul de funcționare (parcursul), de la începutul exploatarei pînă în momentul diagnosticării, resursa remanentă se determină (fig. 3.8) pe baza parcursului între două verificări, adică:

$$t_{rem} = R t'_{rem}. \quad (3.15)$$

Coeficientul R se obține din expresia :

$$R = \frac{1}{\sqrt[\alpha]{\frac{P_d - P_o}{P_{d-1} - P_o}} - 1} + 1,$$

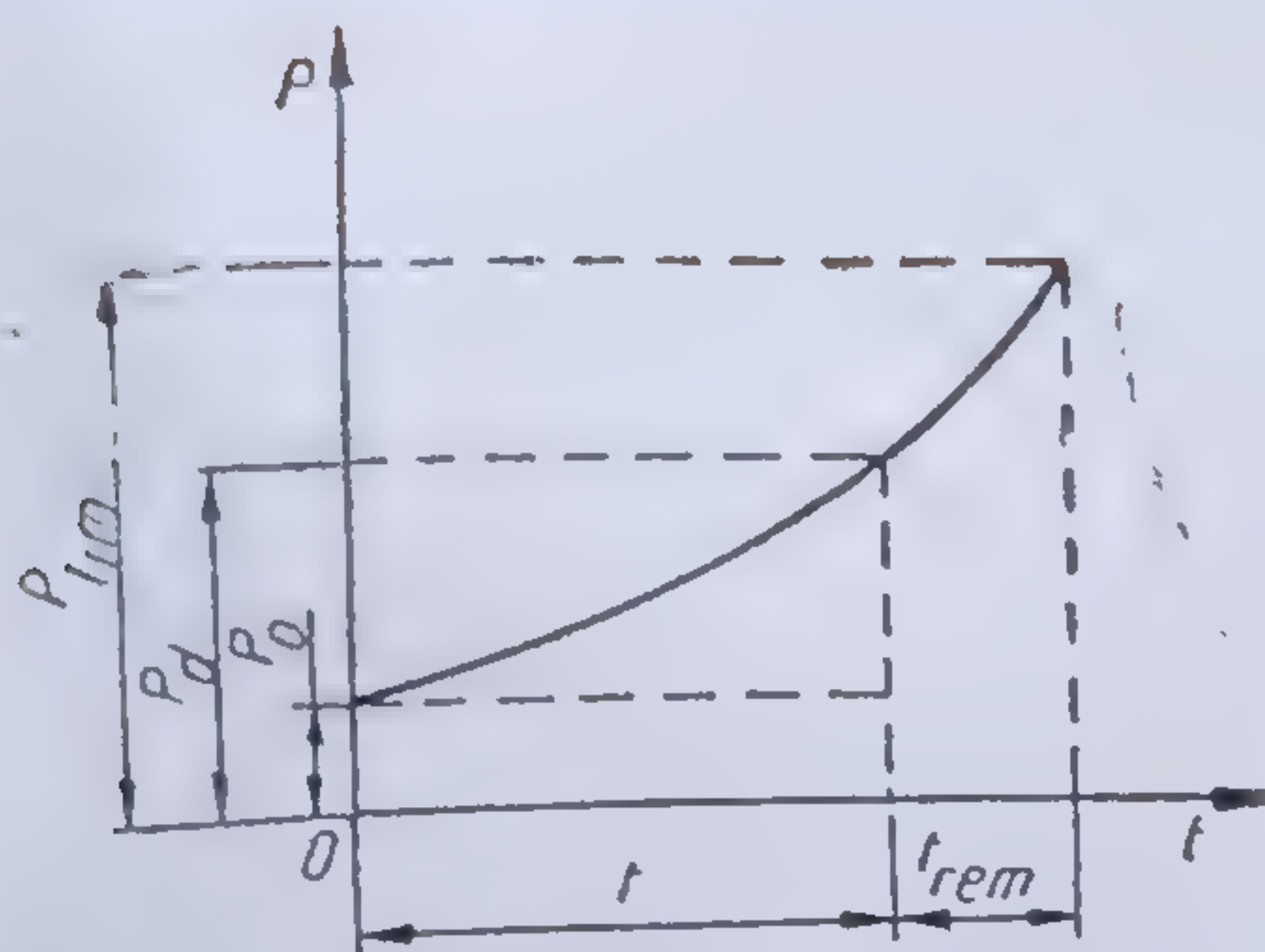


Fig. 3.7. Determinarea resursei remanente prin cunoașterea timpului de funcționare până în momentul diagnosticării.

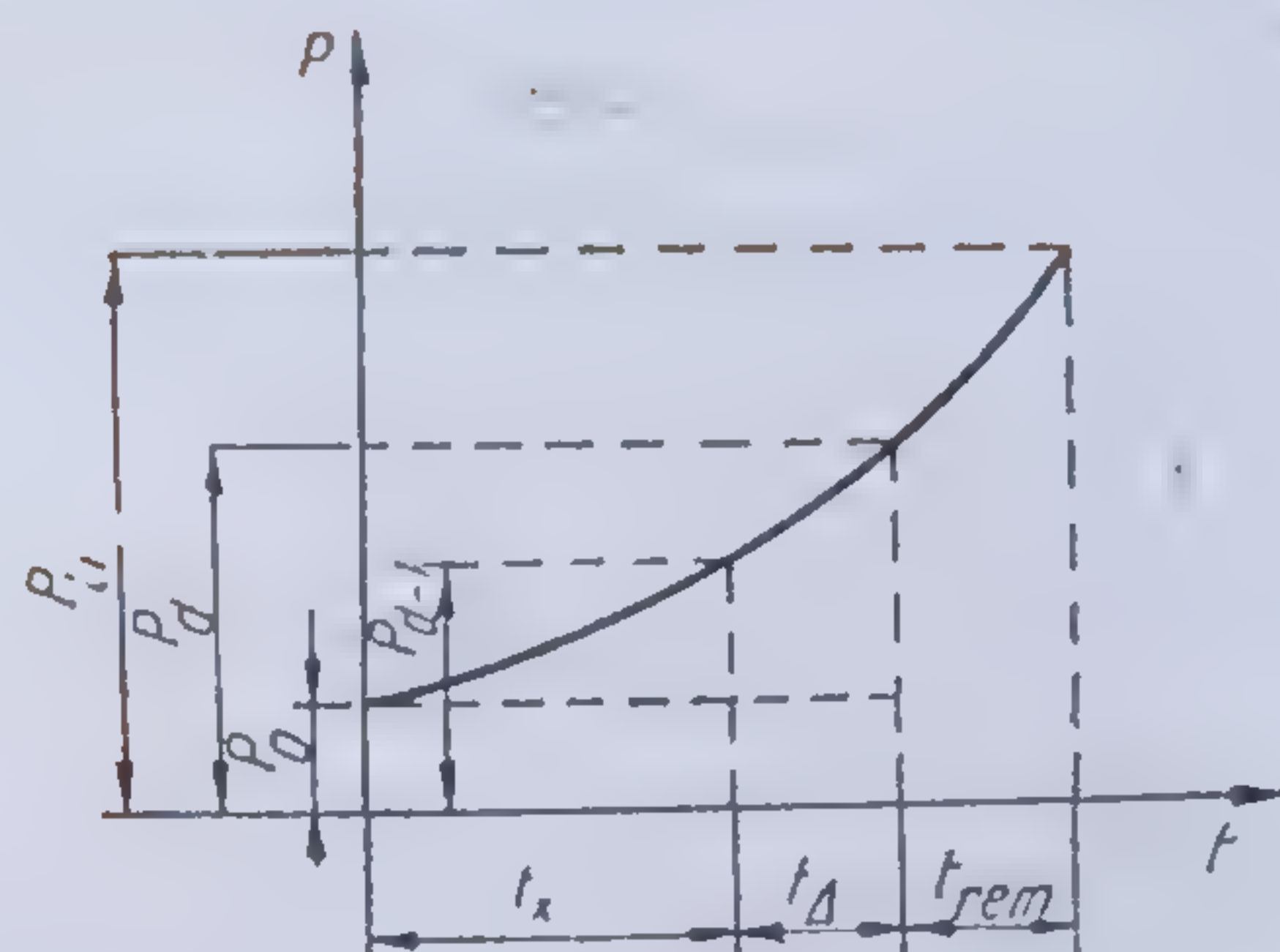


Fig. 3.8. Determinarea resursei remanente în situația când se cunoaște numai parcursul între două diagnosticări.

iar resursa remanentă condiționată, t'_{rem} , din relația:

$$t'_{rem} = t_{\Delta} \left(\sqrt[\alpha]{\frac{P_{lim} - P_o}{P_d - P_o}} - 1 \right),$$

unde:

t_{Δ} este timpul de funcționare (parcursul) între două verificări;

P_d, P_{d-l} — valorile stabilite la cele două măsurători pentru parametrul de control.

În tabelul 3.9 este dată valoarea exponentului α pentru o serie de parametri ai stării tehnice a automobilului.

Tabelul 3.9

Valoarea coeficientului α	
Parametrul stării tehnice al componentei automobilului	Valoarea medie pentru α
Reziduuri oxidante în uleiul din carter	2
Debitul de gaze scăpate în carter:	1,3
— până la schimbarea segmentilor	1,5
— după schimbarea segmentilor	1,4
Jocurile în mecanismul bielă-manivelă	1,6
Uzura suprafeței talerului și scaunului de supapă	1,0—1,1
Uzura camei arborelui de distribuție	1,0—1,1
Uzura elementelor de pompare din pompa de injecție	1,5
Jocul radial în rulmentul oscilant	1,5
Uzura pe grosime a danturii roților dințate	1,0—1,1
Jocul între culbutor și supapă	

3.4. METODE DE DETERMINARE A PERIODICITĂȚII OPTIME A LUCRĂRILOR DE MENTENANȚĂ

Cunoașterea periodicității optime la efectuarea lucrărilor de mentenanță permite să se intervină în efectuarea lucrărilor respective în momentele cele mai favorabile atât din considerente tehnice, cât și din cele

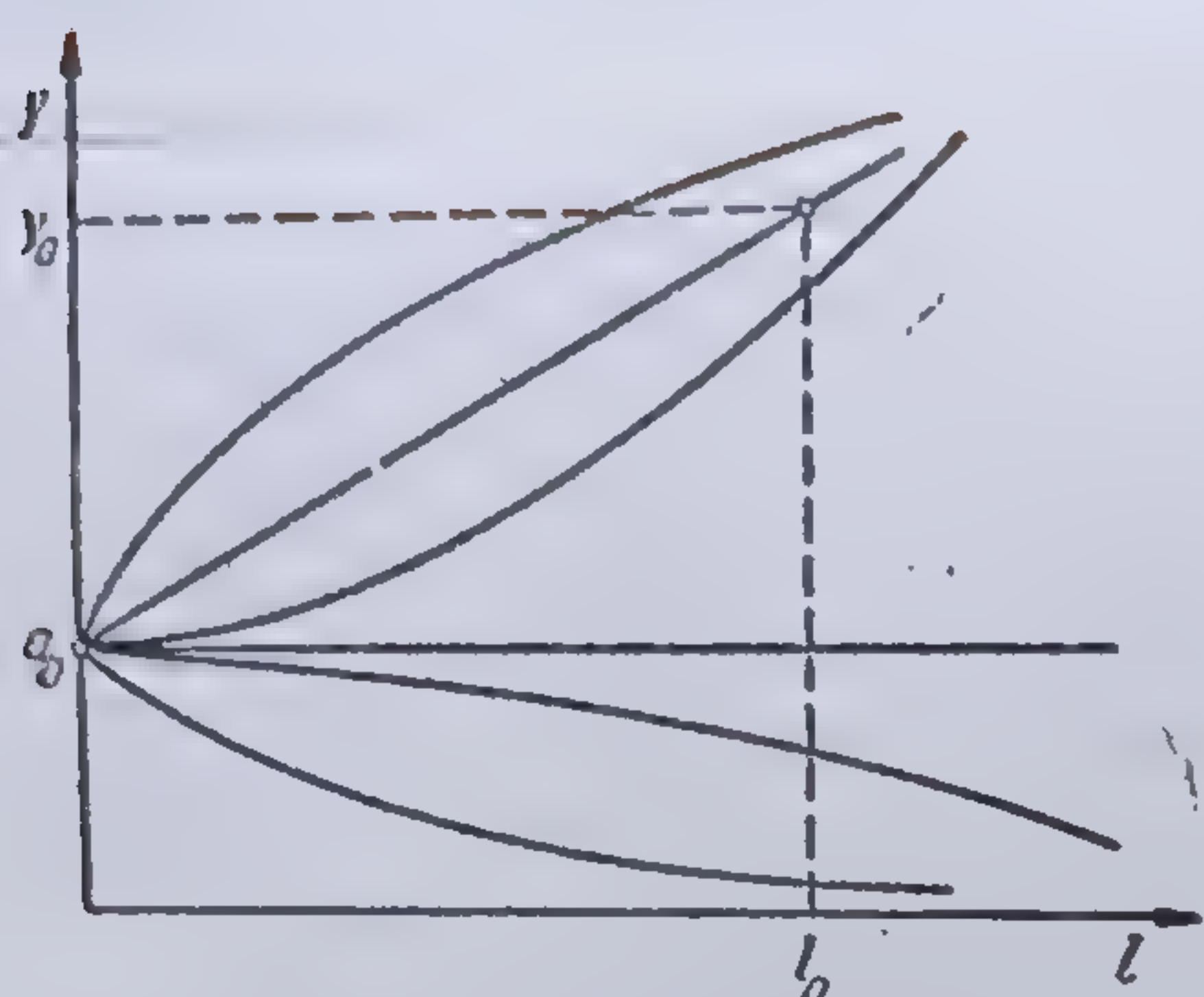


Fig. 3.9. Diferite legi de variație a stării tehnice a unor agregate din automobil, în funcție de parcurs.

economice. Astfel, vor fi luate în considerație, în stabilirea acestor periodicități, atât aspectele care condiționează menținerea unei fiabilități ridicate în toată durata de exploatare a automobilelor cu posibilitatea de reducere a timpilor de staționare pentru executarea acestor lucrări, cât și cele care privesc cheltuielile aferente pentru manoperă, materiale și piese de schimb.

Determinarea periodicității lucrărilor de mentenanță după legea de variație a stării tehnice și a valorii limită admisibilă. Metoda este destul de simplă, dar necesită cunoașterea legii de schimbare a stării tehnice a diverselor meca-

nisme și agregate de automobil, precum și valorile admisibile limită pentru parametrii care caracterizează această stare tehnică (de exemplu: uzura, jocul între două piese îmbinate, conținutul particulelor metalice în ulei, presiunea de compresie în cilindrii motorului, cantitatea de gaze scăpate în carter și altele). De obicei, schimbarea stării tehnice are loc continuu, fără salturi și deci se poate exprima după o funcție rațională de ordinul n (fig. 3.9):

$$y = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 + \dots + a_n l^n, \quad (3.16)$$

unde :

- y este parametrul stării tehnice (uzura, jocul etc);
- l — parcursul sau timpul de exploatare;
- a_0 — mărimea inițială a parametrului stării tehnice (la $l = 0$);
- a_1, a_2, a_3 — coeficienții care determină caracterul și gradul de dependență a parametrului y de parcursul sau timpul l .

În funcție de valorile și semnul coeficienților $a_1, a_2, a_3 \dots a_n$, se pot obține diferiți parametri posibili pentru diferitele părți componente ale automobilului.

Cunoscînd legea $y = f(l)$ și valoarea admisibilă limită a parametrului y_a , se poate determina periodicitatea optimă a întreținerii tehnice (l_0) grafic (v. fig. 3.9) sau analitic, înlocuind în ecuația (3.16) valoarea lui y_a . De exemplu, pentru cazul funcției liniare se poate scrie :

$$y_a = a_0 + a_1 l_0,$$

de unde :

$$l_0 = \frac{y_a - a_0}{a_1}.$$

Dificultatea principală în adoptarea acestei metode este că nu s-a stabilit cu certitudine, încă, caracterul de variație a stării tehnice pentru majoritatea pieselor, mecanismelor, agregatelor și materialelor de exploatare. Chiar și în situația cînd evaluările se fac pentru un anumit component al unui tip dat de automobil este necesar să se stabilească valorile pentru coeficienții din ecuația (3.16) printr-o prelucrare statistică, altfel rezultatele obținute devin neconcludente.

Domeniul de utilizare a metodei prezentată, se referă la acele obiective ale întreținerii tehnice la care parametrii stării tehnice stabiliți au o variație evidentă, caz care se întâlnește la majoritatea subansamblelor, agregatelor și mecanismelor care sînt supuse operațiilor de reglare (frîna, ambreiajul, unghiurile de așezare ale roților de direcție, relee reglatoare, curelele de transmisie, supapele sistemului de distribuție al motorului și altele), de curățire (filtre, decantoare) și de ungere (nivelul uleiului din carter). La folosirea acestei metode trebuie să fie reținut faptul că, latura economică nu este reflectată în mod direct cînd se adoptă acest procedeu.

Determinarea periodicității lucrărilor de mentenanță în funcție de productivitatea maximă a automobilelor. Productivitatea unui automobil se poate exprima într-o formă simplă prin relația:

$$W = G_u \cdot v_t \text{ [tkm/h]}, \quad (3.17)$$

unde :

G_u este sarcina utilă nominală a automobilului, în t;
 v_t — viteza medie tehnică a automobilului, în km/h.

Din relația (3.17) rezultă că, în ultimă instanță, atît cantitatea de mărfuri transportată, cît și viteza automobilului depind de performanțele dinamice ale motorului și mai concret de puterea lui. Deoarece, datorită schimbărilor care intervin în procesul de exploatare în starea tehnică a motorului, apar și schimbări în performanțele realizate de automobil (fig. 3.10), lucru ce va influența în mod direct viteza și capacitatea de transport, și deci vor fi înregistrate variații și în productivitatea lui.

Pe măsura creșterii parcursului efectuat de automobil scade puterea motorului datorită înrăutățirii reglajelor, îndeosebi la instalația de alimentare sau la echipamentul de aprindere (în cazul m.a.s.), dar și din cauza uzurilor intervenite la piesele principale. Va fi deci necesară reținerea automobilului după un anumit parcurs pentru a-i efectua lucrările de mentenanță, lucrări prin care se poate readuce puterea motorului la valoarea inițială.

Tot din figura 3.10 rezultă că suprafața mărginită de curba de variație a puterii și axele de coordonate, reprezintă lucrul mecanic realizat de motor, adică:

$$L = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2} l'_0 \quad (3.18)$$

iar din diagramă că :

$$l'_0 = l_0 - l' = l_0 \left(1 - \frac{l'}{l_0} \right),$$

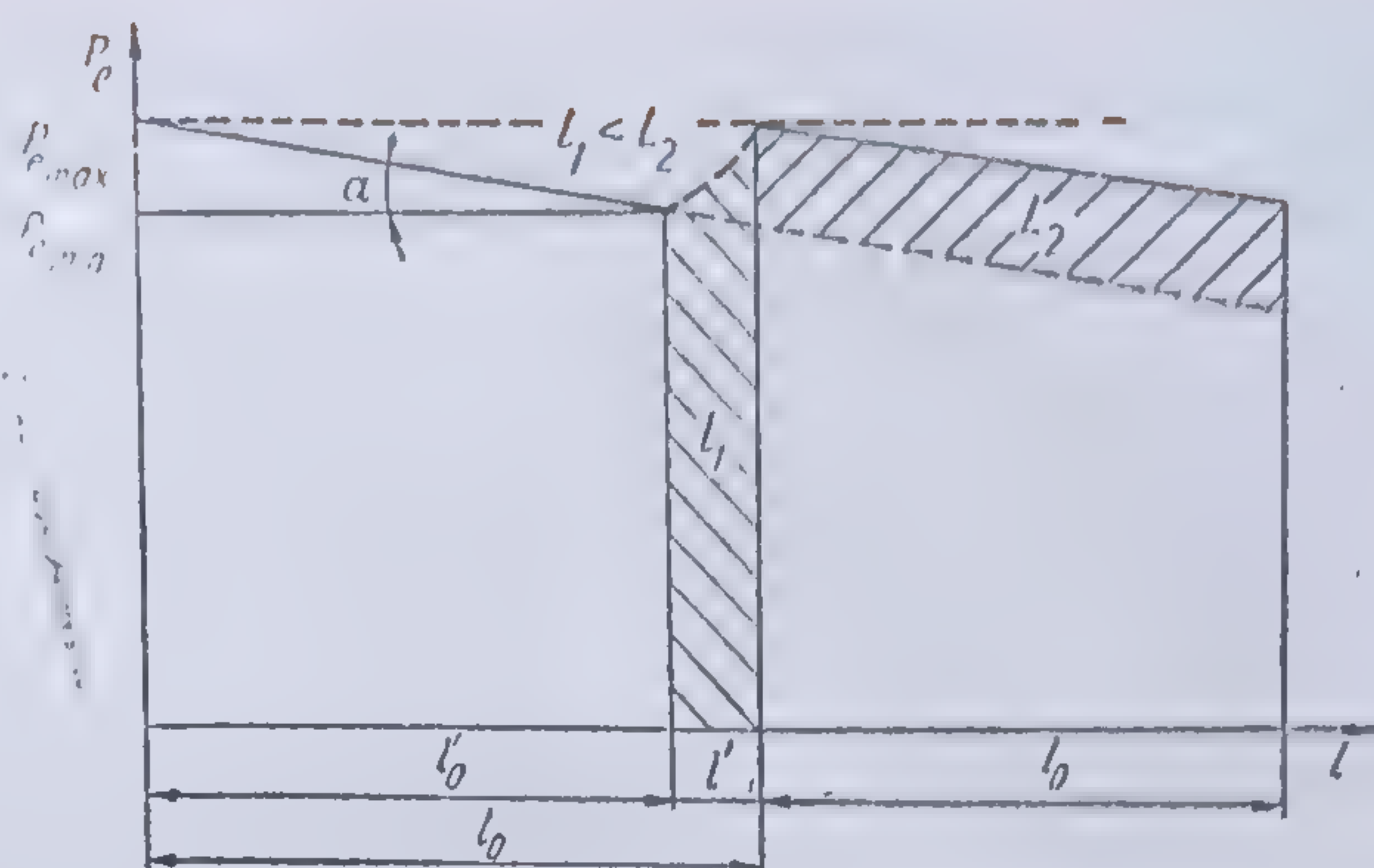


Fig. 3.10. Variația puterii motorului la sarcina totală în funcție de parcurs.

deci :

$$L = \frac{P_{e_{max}} + P_{e_{min}}}{2} l_0 \left(1 - \frac{l'}{l_0} \right), \quad (3.19)$$

unde l' este parcursul echivalent cu timpul de staționare al automobilului pentru efectuarea lucrărilor de mentenanță, căruiă îi corespunde lucrul mecanic neefectuat L_1 . În vederea justificării operațiilor de mentenanță, lucrul mecanic L_1 , trebuie să fie mai mic decât lucrul mecanic suplimentar L_2 ce se obține prin refacerea condițiilor normale de funcționare ale motorului.

Expresia $\left(1 - \frac{l'}{l_0} \right)$ reprezintă coeficientul de pregătire tehnică a automobilului, din aceasta rezultă deci, că starea mijlocului de transport este cu atât mai bună cu cât l' este mai mic, deci imobilizarea automobilului pentru deservire tehnică este mai redusă.

Productivitatea automobilului, luând în considerație și perioada de staționare, în reparație, sau întreținere, va fi :

$$W = \frac{L}{l_0} = \frac{P_{e_{max}} + P_{e_{min}}}{2} \left(1 - \frac{l'}{l_0} \right). \quad (3.20)$$

Știind că puterea motorului, în funcție de parcurs, are o variație liniară se poate scrie conform figurii 3.10 :

$$P_{e_{min}} = P_{e_{max}} - l_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.21)$$

deci, dacă se înlocuiește relația (3.21) în relația (3.20) se obține :

$$W = \left(P_{e_{max}} - \frac{l_0}{2} \operatorname{tg} \alpha \right) \left(1 - \frac{l'}{l_0} \right). \quad (3.22)$$

Valoarea maximă a productivității automobilului, în funcție de parcurs, se poate obține prin anularea derivatei de ordinul unu a funcției (3.22) și prin urmare :

$$\frac{l'}{l_0^2} P_{e_{max}} - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha = 0,$$

de unde :

$$l_0 = \sqrt{\frac{2l' P_{e_{max}}}{\operatorname{tg} \alpha}} \quad (3.23)$$

Relația (3.23) permite să se determine parcursul optim pînă la efectuarea lucrărilor de mentenanță în condițiile asigurării unei productivități maxime pentru prestația de transport. După cum rezultă din această expresie periodicitatea optimă va fi condiționată în special de unghiul α , care reprezintă tocmai schimbarea stării tehnice a motorului. Formula (3.23) este utilă în special la stabilirea perioadelor optime pentru înlocuirea agregatelor de bază și la stabilirea parcursului pînă la reparația capitală.

Determinarea periodicității lucrărilor de mentenanță prin metoda tehnico-economică. Examinînd metodele prezentate mai înainte rezultă că, odată cu schimbarea stării tehnice a automobilului variază și valoarea cheltuielilor pentru întreținerea tehnică și reparații. Metoda tehnico-economică de determinare a regimului rațional de mentenanță ține seamă

de influența periodicității întreținerii tehnice asupra uzurii pieselor (parcursul între două reparații L), costului materialelor de exploatare (combustibil, lubrifianți, diverse lichide speciale, materialele de întreținere și reparații etc.) dar și de cheltuielile cu manopera necesară pentru efectuarea reparațiilor și a întreținerii tehnice. Legat de această metodă, costul specific total, pentru realizarea lucrărilor de întreținere tehnică și reparații, se calculează cu relația:

$$C_t = C_i + C_r \text{ [lei/km]}, \quad (3.24)$$

în care:

C_t este costul specific total, în lei/km;

C_i — costul specific al întreținerii tehnice, în lei/km;

C_r — costul specific al reparației, în lei/km.

Costurile specifice se obțin astfel:

$$C_i = \frac{A}{l} \text{ și } C_r = \frac{B}{L},$$

în care:

A este costul total al operațiilor de întreținere tehnică la un parcurs de l (km) sau de periodicitate respectivă;

B — costul total al reparațiilor la un parcurs de L (km).

Variația funcțiilor $C_i = f(l)$ și $C_r = \varphi(L)$, în cazul general, se apropie ori de o lege hiperbolică, ori de cea liniară (fig. 3.11), iar aceste costuri specifice, în funcție de reducerea periodicității lucrărilor de întreținere cresc pentru C_i și scad pentru C_r . Din suma celor două, C_t și C_r , rezultă a treia $C_t = \psi(l)$, care are un punct extrem $C_{t_{min}}$, și căreia îi corespunde periodicitatea optimă a lucrărilor de întreținere tehnică l_0 .

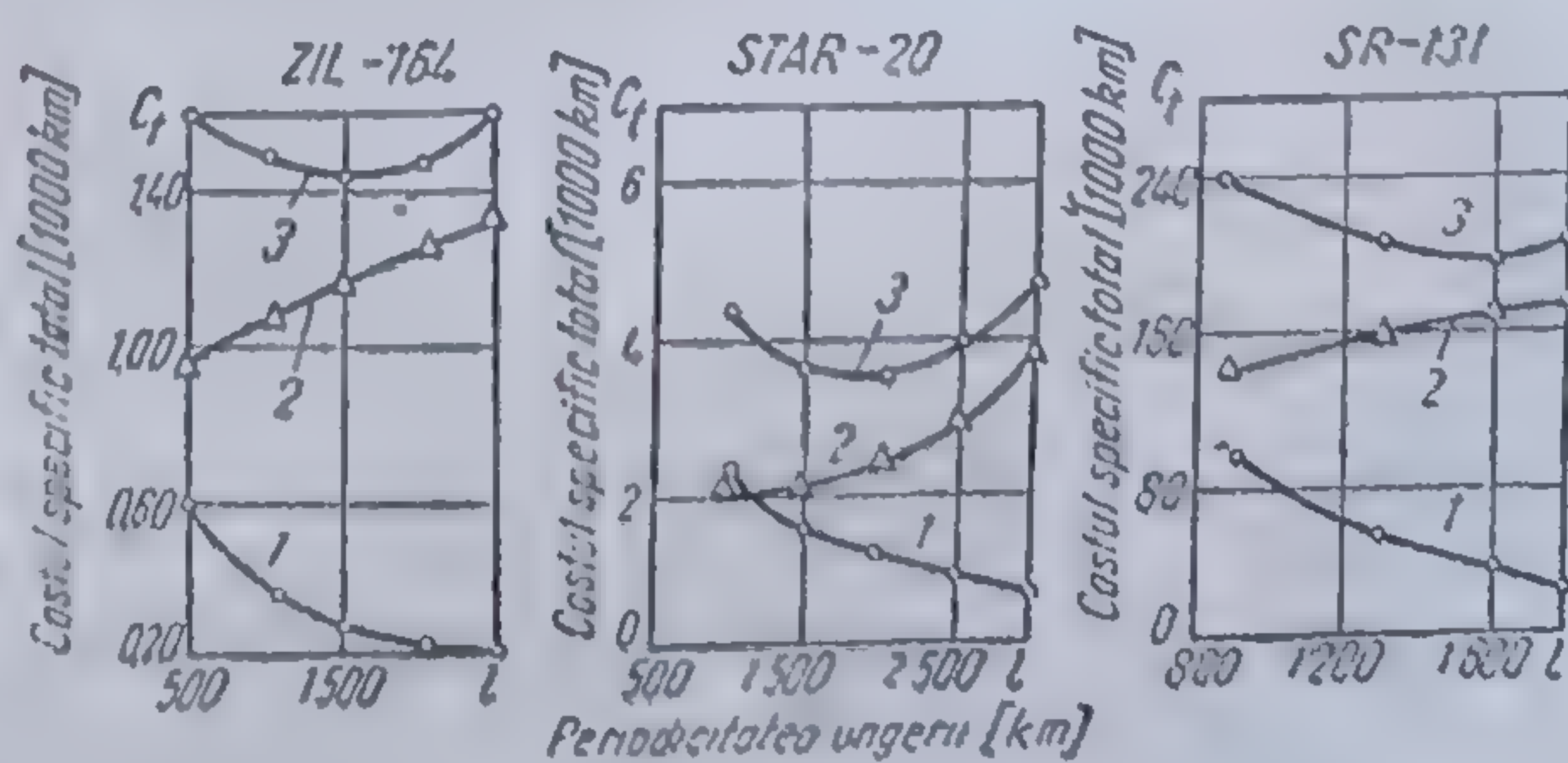
Dacă se cunoaște funcția de legătură între periodicitatea întreținerii tehnice și parcursul între două reparații succesive $L = \psi'(l)$, atunci periodicitatea optimă se determină din ecuația:

$$\frac{dC_t}{dl} = \frac{d}{dl} \left(\frac{A}{l} + \frac{B}{\psi'(l)} \right) = 0. \quad (3.25)$$

Determinarea periodicității lucrărilor de mentenanță în funcție de nivelul admis al fiabilității. Variația parametrilor stării tehnice au o distribuție caracteristică cu legi de repartiții proprii pentru fiecare caz în parte. Dacă la stabilirea periodicității lucrărilor de mentenanță se ține seamă de întreaga amplitudine de variație a valorilor posibile ale parametrilor, atunci ea va fi peste măsură de complexă, iar conținutul acestor lucrări nestabil. Fixarea periodicității, ca rezultat al valorii medii a pa-

Fig. 3.11. Determinarea periodicității optime de schimbare a uleiului din motor pentru diferite tipuri de automobile prin metoda tehnico-economică:

1 — costul specific al întreținerii tehnice (C_i); 2 — costul specific al reparației (C_r); 3 — costul specific total (C_t).



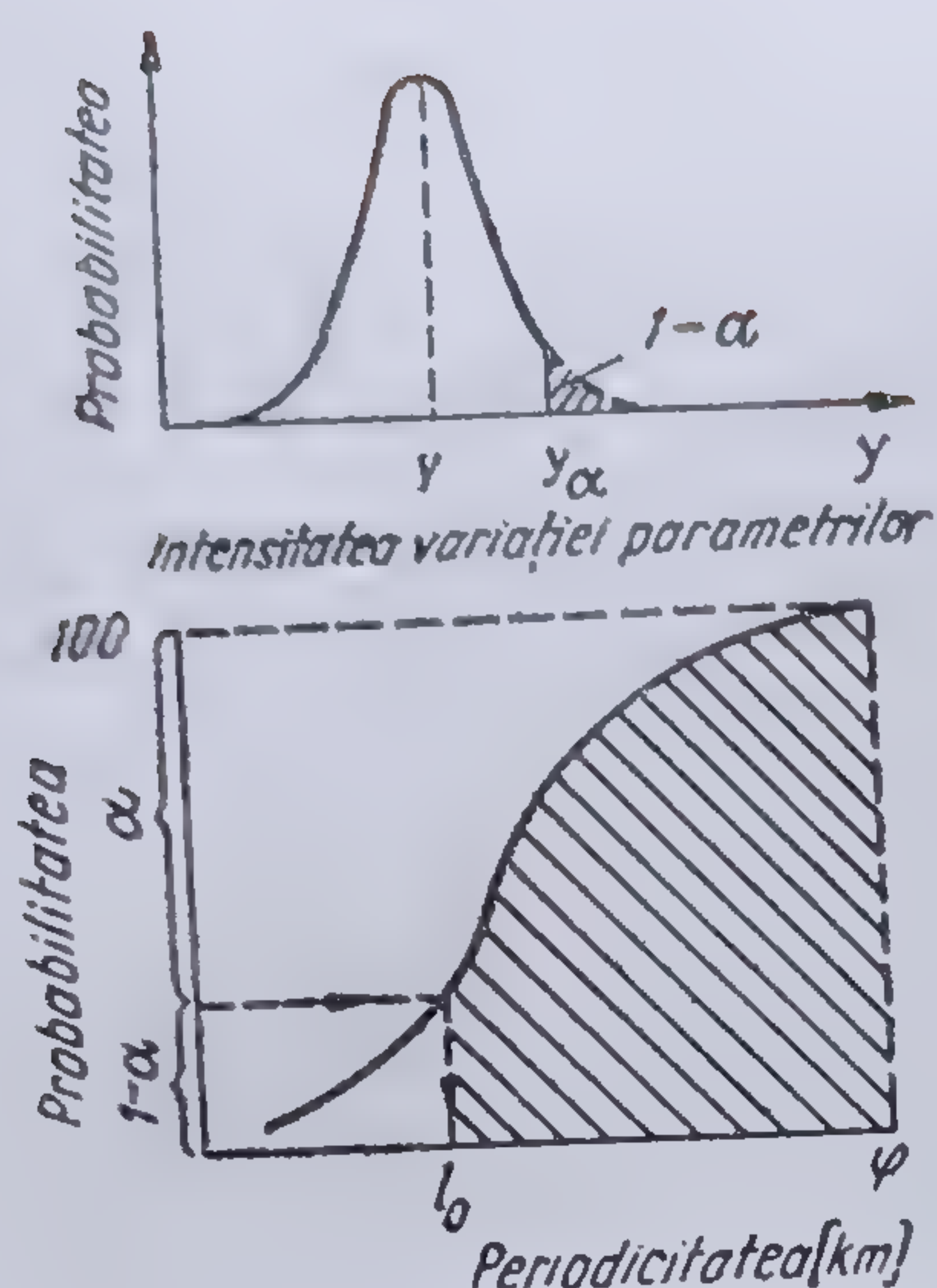


Fig. 3.12. Stabilirea periodicității optime a lucrărilor de mentenanță prin nivelul admis al fiabilității.

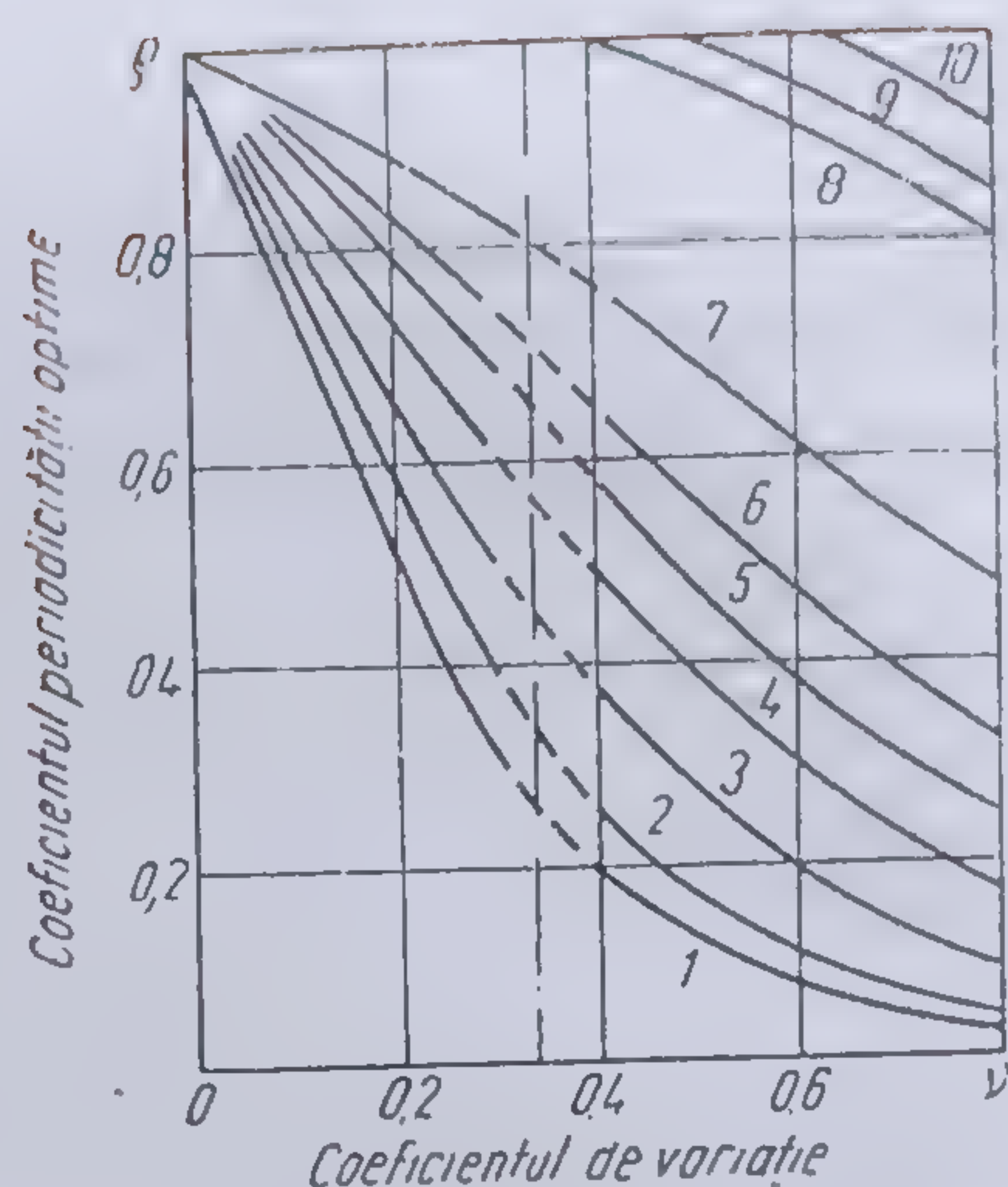


Fig. 3.13. Influența coeficientului de variație a legii de repartiție și a nivelului de încredere asupra coeficientului periodicității optime:
 1 — $(1 - \alpha) = 0,99$; 2 — $(1 - \alpha) = 0,98$; 3 — $(1 - \alpha) = 0,95$; 4 — $(1 - \alpha) = 0,90$; 5 — $(1 - \alpha) = 0,85$; 6 — $(1 - \alpha) = 0,80$; 7 — $(1 - \alpha) = 0,70$; 8 — $(1 - \alpha) = 0,50$; 9 — $(1 - \alpha) = 0,475$; 10 — $(1 - \alpha) = 0,45$.

rametrului, conduce la aceea că, aproximativ jumătate din situațiile de defectare iau naștere mai devreme de periodicitatea stabilită. Metoda propusă pentru determinarea periodicității în funcție de nivelul admis al fiabilității prevede stabilirea periodicității l_0 în condițiile că, probabilitatea apariției defectărilor mai devreme de periodicitatea stabilită va fi mai mică de $(1 - \alpha)$, nivelul de încredere adoptat în prealabil (fig. 3.12),

$$\begin{aligned} P\{l_i < l_0\} &\leq \alpha, \\ P\{l_i > l_0\} &\geq 1 - \alpha. \end{aligned} \quad (3.26)$$

Periodicitatea optimă se determină cu relația:

$$l_0 = \rho m, \quad (3.27)$$

în care ρ este coeficientul periodicității optime, care ține seama de tipul curbei de repartiție, coeficientul de variație v și nivelul de încredere al probabilității $(1 - \alpha)$.

Pentru legea normală (lognormală) și legea Weibull se obțin următoarele valori ale coeficientului periodicității optime:

$$\rho_n = 1 - t_\alpha v; \quad (3.28)$$

$$\rho_w = \frac{\beta \sqrt{-\ln(1 - \alpha)}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}; \quad (3.29)$$

unde t_α este abaterea standard, care corespunde nivelului de încredere adoptat, iar β parametrul de formă din legea Weibull.

Cu ajutorul diagramei din figura 3.13 se poate determina coeficientul ρ pentru valoarea stabilită a lui v și pentru diferite nivele de încredere ale probabilității α .

De exemplu, pentru coeficientul de variație 0,5 și nivelul de încredere 0,85...0,90 periodicitatea optimă trebuie să fie 0,38...0,48 din media timpului de bună funcționare m .

Condițiile de utilizare ale acestei metode sînt următoarele:

- consecințele economice ale defectărilor la îmbinări, subansambluri și agregate nu sînt de prim ordin;
- influența relativ redusă a componentei analizată asupra funcționării întregului ansamblu, mecanism sau îmbinare;
- imposibilitatea practică de a fixa variația stării tehnice a fiecărui obiectiv în parte, în funcție de timp sau parcurs.

Această metodă are cea mai largă aplicare pentru stabilirea periodicității stării tehnice la piesele de asamblare. Metoda poate fi adoptată și pentru corectarea periodicității la subansambluri, mecanisme și agregate în cazul evaluării prealabile a periodicității lucrărilor de mentenanță cu alte metode și, de asemenea, și pentru normarea resursei de timp.

Una din posibilitățile aplicării metodei date, mai ales pentru corectarea regimurilor mentenanței preventive, este determinarea probabilității funcționării, fără defectare, în funcție de parametrul fluxului de defectărilor.

La funcționarea fiecărui agregat sau mecanism, pot să ia naștere defecte cu diferite aspecte. Dacă numărul acestor aspecte este mai mare de 4...5, atunci fluxul total al defectărilor este descris de funcția de repartiție Poisson. Probabilitatea de apariție, după parcursul l a k defectări se determină cu relația:

$$P_k = \frac{\rho^k}{k!} e^{-\rho} \quad (3.30)$$

unde: $\rho = \lambda \cdot l = \frac{l}{m}$ este numărul mediu de defectare la parcursul l ;

λ — intensitatea de defectare pentru o repartiție exponențială.

Relația (3.30) permite determinarea parcursului cu mai mult de o defectare $l_{>1}$ în cazul în care probabilitatea de apariție a doua sau mai multe defecte este extrem de redusă. În acest caz, cu relația (3.30) se poate scrie:

- probabilitatea să nu apară nici-o defectare ($k = 0$):

$$P_0 = e^{-\rho};$$

- probabilitatea să apară o defectare ($k = 1$):

$$P_1 = \rho e^{-\rho}.$$

Probabilitatea să apară mai mult de o defectare se poate considera ca un eveniment contrar și astfel se poate scrie:

$$Q = 1 - (P_0 + P_1) = 1 - (e^{-\rho} + \rho e^{-\rho}). \quad (3.31)$$

Dacă acest eveniment este extrem de scăzut se poate considera că $Q \approx 0$ și deci:

$$1 - (e^{-\rho} + \rho e^{-\rho}) = 0, \quad (3.32)$$

iar prin rezolvarea ecuației (3.32) se obține $\rho = 0,17$.

Periodicitatea minimă este deci :

$$l_{>1} \approx 0,17 \text{ m}, \quad (3.33)$$

iar probabilitatea să nu apară nici-o defecțiune în această situație va fi :

$$P_0 = e^{-p} = e^{-0,17} = 0,85,$$

Din cele prezentate mai înainte se poate stabili pentru toate defecțiile la agregatele sau mecanismele respective periodicitatea minimă ($l_{>1}$), la care este rațională efectuarea corectărilor la regimul de întreținere tehnică, cu condiția să aibă coeficientul de repetare și probabilitatea de funcționare fără defectări peste 0,85.

Trebuie reținut deci faptul că, metoda Poisson se poate aplica atunci când apar mai multe defecte de diferite aspecte la același agregat sau mecanism. Astfel, periodicitatea stabilită prin relația (3.33) se consideră ca periodicitate minimă pentru controlul general al agregatelor și mecanismelor, care însă se poate mări pentru cazurile concrete studiate în continuare.

3.5. PROIECTAREA ÎNTREPRINDERILOR DE TRANSPORT AUTO

Rolul și importanța transportului auto în ansamblul sistemului de transport al economiei noastre naționale a crescut permanent. Numai în ultimii zece ani, parcul național de automobile s-a mărit de aproape 2,5 ori, iar volumul de transport a crescut la mărfurile transportate de 3,1 ori, iar la călătorii transportați de 4,7 ori.

Caracteristic pentru transportul auto din țara noastră, în etapa actuală de dezvoltare, este concentrarea mijloacelor de transport în sisteme de transport de utilizare generală, comasarea și specializarea autobazelor în funcție de genul de transport și tipul lor.

Baza tehnico-productivă a transportului auto, a cărei destinație principală este asigurarea cerințelor exploatarei tehnice normale a mijloacelor de transport, și în primul rând, asigurarea capacității lor de producție și a fiabilității, cuprinde în ea întreprinderi și construcții complexe (autobaze și stații centralizate pentru întreținere, reparație și alimentare, autogări pentru călători, mărfuri și altele). Totalitatea întreprinderilor și construcțiile, împreună cu mijloacele de transport, alcătuiesc fondul de bază al transportului auto, de a căror repartizare rațională depinde gradul de asigurare al exploatarei.

După evaluările actuale se constată că, o activitate normală, se poate asigura în transporturile auto, dacă circa 70% din fondul de bază o reprezintă mijloacele de transport și 30% baza tehnico-productivă (clădiri, ateliere, stații, instalații și altele).

Important este ca să se ia toate măsurile necesare în vederea obținerii eficienței economice maxime cu fondul de bază existent.

Una din aceste măsuri este repartizarea rațională a fondului de investiții între întreprinderile care asigură condițiile normale de exploatare în transporturile auto. Datele orientative indică ca rațională următoarea repartizare a investițiilor capitale în domeniul transportului auto: autobaze și stații centralizate de întreținere — 85%; stații de întreținere

și stații de alimentare — 30%; autogări și stații pentru călători — 40%; stații pentru mărfuri — 30%; întreprinderi de reparații — 50%.

În ceea ce privește regimul de lucru în autobaze aceasta depinde în special de destinația sa, dacă este pentru transport de mărfuri sau călători, ultimul putând fi interurban sau urban. Astfel: la autobazele pentru transporturi de marfă activitatea de producție se poate organiza în ateliere de întreținere și reparații într-un singur, sau în două schimburi, iar la autobazele pentru transporturi de călători în două sau trei schimburi. În trei schimburi se organizează regimul de lucru mai ales în secțiile de autobaze din cadrul întreprinderilor de transport în comun, pentru deservirea centrelor urbane.

Organizarea activității de producției în mai multe schimburi are un avantaj deosebit de mare prin reducerea suprafețelor de producție, a numărului utilajelor, mașinilor și dispozitivelor tehnologice necesare, precum și prin îmbunătățirea încărcării lor, prin micșorarea numărului de instalații și aparate necesare diagnosticării stării tehnice a autovehiculelor, prin reducerea la minimum a timpului de imobilizare a mijloacelor de transport pentru întreținere și reparații.

Destinația de transport a autobazelor influențează, de asemenea, și asupra dezvoltării resurselor lor de producție, care într-o măsură însemnată depinde de parcursul mediu zilnic a automobilelor, acesta având următoarele valori: autocamioane 150—200 km, autobasculante 100—150 km, autobuze 200—300 km și autoturisme, tip taxi, 200—250 km (uneori chiar peste 300 km în situația orașelor cu peste un milion de locuitori).

Fazele principale în proiectarea autobazelor. Cerințele de bază față de proiectarea autobazelor sînt legate de asigurarea eficienței maxime a investițiilor alocate în acest scop, prin raționalizarea organizării transportului auto și cuprinde toate problemele de exploatare, tehnologice, economice și de construcție. Rezolvarea acestor sarcini se asigură, în primul rînd, prin calitatea ridicată a proiectului, care determină, într-o măsură însemnată, utilizarea rațională a fondurilor de bază și eficiența ridicată a investițiilor.

Condițiile necesare față de un proiect de înaltă calitate sînt:

- fundamentarea corespunzătoare a destinației, capacității și amplasării autobazei, iar aceasta în concordanță cu succesiunea formelor organizatorice și de exploatare în transporturile auto;

- adoptarea celor mai actuale procese tehnologice la întreținerea tehnică și reparația mijloacelor de transport și maxima lor mecanizare;

- adoptarea procedeelelor celor mai economice și eficiența pentru parcare automobilelor (în mod corespunzător cu caracteristicile lor constructive și cu condițiile climaterice);

- o cooperare largă de producție cu alte întreprinderi, în special în privința centralizării întreținerii tehnice și reparației automobilelor;

- alegerea rațională a terenului și bransarea corectă cu rețeaua exterioară;

- reducerea la maximum a teritoriului autobazei și amplasarea ei după posibilități într-un singur bloc de clădire;

- reducerea suprafeței și volumului clădirilor prin menținerea capacității nominale a autobazei.

Procesul de proiectare a autobazei cuprinde două etape (stabilirea temei de proiectare și elaborarea proiectului tehnico de execuție), precedat de stabilirea sarcinii de proiectare.

Sarcina de proiectare trebuie să conțină datele principale necesare pentru proiectare. În aceasta trebuie să fie indicate: motivația pentru proiectare, amplasarea construcției, destinația, specializarea, funcția și capacitatea autobazei, cooperarea economică și de producție, zonele, punctele, traseele sau obiectivele, care vor fi deservite de autobaza proiectată, mărimea evaluată a autobazei, valoarea orientativă a investiției și durata construcției, indicatorii orientativi ai viitoarei autobaze, proiectele tipizate care înlesnesc alegerea soluțiilor optime.

Proiectele tip asigură o eficiență maximă, nu numai la proiectarea propriu-zisă, dar principal, în construcția și exploatarea autobazei. Ele sînt călăuze ale progresului tehnic în organizarea și construcția viitoarelor autobaze și conțin soluțiile complexe ale majorității problemelor, care contribuie la utilizarea efectivă a investițiilor. De aceea, la proiectarea autobazelor este necesară adoptarea proiectelor tip.

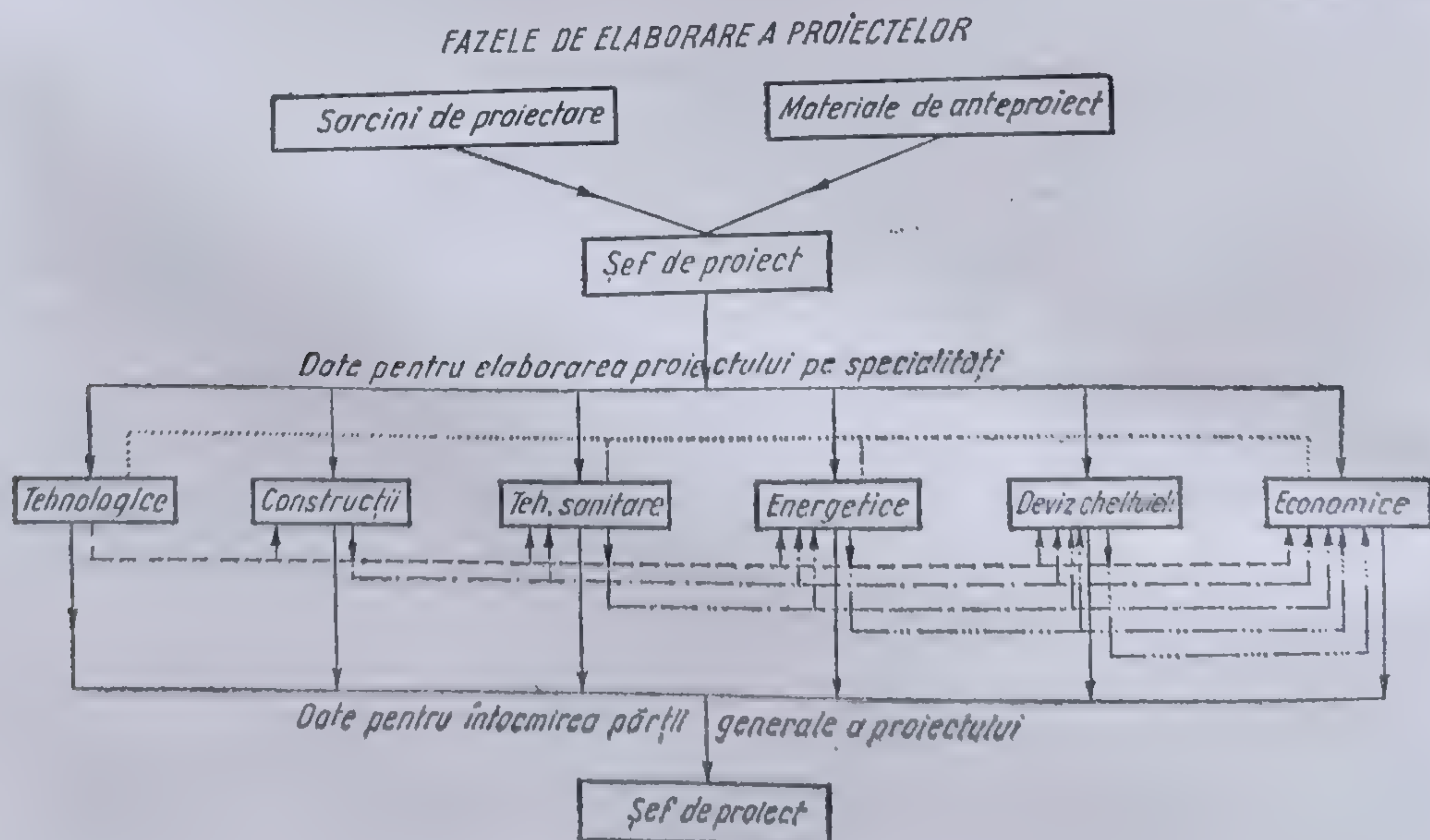
În cazul în care, proiectul tip nu conține toate elementele autobazei proiectată, atunci este necesar să se adapteze și să fie prelucrate soluțiile preconizate din proiectul tip, în mod separat, în concordanță cu sarcina de proiectare elaborată pentru autobaza respectivă.

Tema de proiectare se elaborează pe baza sarcinii de proiectare aprobată și are scopul de a releva și a stabili soluțiile principale de proiectare, care asigură o eficiență maximă investiției, și de a determina costurile și durata construcției și indicatorii tehnico-economici ai obiectivului proiectat.

Tema de proiectare constă dintr-un număr de părți componente: partea generală și părți care corespund proiectelor speciale: tehnologice, de construcție, tehnico-sanitare, energetice, bugetare și economice (tab. 3.10).

Din părțile componente, care intră în alcătuirea temei de proiectare, cele specifice pentru autobaze sînt părțile tehnologice și economice. Conținutul celorlalte părți este obișnuit pentru stadiul respectiv de proiectare a oricărui tip de construcție.

Tabelul 3.10



Partea tehnologică a temei de proiectare constă din breviarul de calcul-explicativ, schema de amplasare generală a autobazei și repartizarea în principiu a elementelor de bază cu indicarea dispunerii instalațiilor tehnologice principale, a mijloacelor de transport și a căilor de acces.

Breviarul de calcul-explicativ al părții tehnologice conține descrierea autobazei proiectate, destinația, organizarea, compoziția și regimul de lucru, caracteristicile mijloacelor de transport și regimul lor de exploatare, descrierea proceselor tehnologice principale și normele de calcul, calculul programului de producție, al numărului muncitorilor direct productivi, al suprafețelor de producție și a spațiilor de depozitare; specificarea instalațiilor și echipamentelor tehnologice principale, schema personalului autobazei, sarcina pentru proiectarea părților speciale conexe (construcție, tehnico-sanitară și altele) și indicatorii care caracterizează soluțiile tehnologice.

Schema amplasării generale, care stabilește dispunerea autobazei cu părțile ei componente și organizarea fluxului tehnologic pe teritoriul ei, precum și planificarea în principiu a elementelor sale de bază, care determină dispunerea reciprocă a spațiilor și mărimii lor, trebuie să corespundă nu numai tehnologic, dar și utilităților constructive și să dea soluții pe deplin reale. Schema planului general de amplasare se execută la o scară de 1:500 sau 1:1 000, iar proiectul tehnic la o scară de 1:250 sau 1:200.

Partea economică a temei de proiectare constă din breviarul de calcul-explicativ, care conține: justificarea poziției și capacității autobazei, caracteristica și analiza investiției, caracteristica condițiilor de aprovizionare și cooperare, calculul fondului de retribuire, a cheltuielilor de regie și a mijloacelor circulante, calculul costului de achiziție și de exploatare a mijloacelor de transport și indicatorii tehnico-economici ai proiectului cu analiza lor.

Proiectul tehnic de execuție se elaborează într-o deplină concordanță cu tema de proiectare aprobată și are ca scop asigurarea realizării construcțiilor și montajul instalațiilor. La elaborarea proiectului tehnic de execuție se precizează și se detaliază soluțiile prevăzute în tema de proiectare, în măsura în care aceasta este necesară pentru executarea lucrărilor de construcții-montaj.

Proiectele tehnice ale părților tehnologice cuprind, în general, desenele și schemele de montaj, care se elaborează pe baza planului de amplasare a instalațiilor, posturilor de lucru și a altor utilaje și țin seama de caracteristicile acestora și al fluxului tehnologic adoptat.

În componența proiectului tehnic de execuție intră: planul general de amplasare al instalațiilor și posturilor de lucru din atelierul de întreținere și reparație la o scară de 1:50, 1:100 (cu indicarea specificațiilor, a dimensiunilor aferente, locurile de muncă, liniile electrice industriale, consumatorii de energie, apă, abur și altele), desenele și secțiunile unor ateliere de producție cu cele mai complexe utilaje și instalații la o scară de 1:25, 1:50 (dacă este necesară și într-o reprezentare axonometrică), piesele și accesoriile aparatelor și instalațiilor, care sînt necesare pentru montajul și exploatarea lor, la o scară de 1:1, 1:2, 1:5 sau 1:10.

În fiecare etapă de proiectare a autobazei noi, sau a celei modernizate unitatea de proiectare urmează în primul rînd să studieze cu atenție sarcinile primite și, dacă este necesar, să prezinte observațiile sale bine argumentate, iar în al doilea rînd, în procesul de proiectare va mo-

tiva soluțiile adoptate pe calea prelucrării și analizei variantelor posibile de proiectare și comparării lor cu parametrii proiectelor elaborate mai înainte la autobazele deja existente.

Calculul tehnologic la proiectarea atelierului de întreținere și reparații curente. *Procesul de producție* al întreținerii tehnice, la mijloacele de transport, se caracterizează prin conținutul și ordinea executării operațiilor la fiecare tip de lucrare în conformitate cu destinația și tipul automobilelor.

Procesul de producție, pe tip de lucrare, constă dintr-o serie de elemente separate, iar elementele din operații.

Procesul de producție pentru fiecare tip de întreținere tehnică se poate organiza după diferite metode caracterizate prin: conținutul lucrărilor și ordinea lor de execuție, gradul de specializare a muncitorilor și a organizării muncii, adoptarea instalațiilor tehnologice, amplasarea și organizarea locului de efectuare a lucrărilor, modul de deplasare a mijloacelor de transport în timpul întreținerii, precum și prin regimul de producție.

După cum s-a mai arătat în procesul de producție se intercalează și diagnosticarea, deci trebuie prevăzute spații corespunzătoare și pentru aceste lucrări în cazul proiectării autobazelor, a secțiilor sau stațiilor de întreținere și reparații centralizate.

Regimul de întreținere tehnică reprezintă totalitatea regimurilor de lucru și se caracterizează prin numărul zilelor lucrătoare dintr-un an și a schimburilor de lucru, prin numărul orelor de lucru din 24 de ore, precum și prin repartizarea programului de producție în funcție de timp. El determină fondul de timp al producției și durata perioadei de lucru, partea din timpul de lucru în cursul căruia se efectuează o lucrare dată.

Regimul de producție se măsoară prin numărul de zile lucrătoare dintr-un an și numărul de ore de lucru din 24 de ore.

Dacă mijloacele de transport se exploatează ziua, atunci operațiile de control și îngrijire zilnică (*CIZ*), revizia tehnică de gradul 1 (*RT-1*) și parțial reparațiile curente (*Rc*), iar în unele cazuri și operațiile de la revizia tehnică de gradul 2 (*RT-2*), se recomandă să se efectueze cu precădere în schimbul de noapte și invers. În cazul unei exploatare continue de 24 h, toate operațiile se efectuează tot în cele 24 h.

Lucrările pot avea diferite perioade de execuție. Perioada anuală de lucru pentru *CIZ*, *RT-1* și *Rc* în mod obișnuit este egală cu perioada de exploatare (adică cu numărul zilelor lucrătoare pentru automobile dintr-un an). În funcție de destinația autobazei sau a întreprinderii de transport această perioadă anuală de lucru T_a , se determină din relația:

$$T_a = 365 - (Z_D + Z_S) \text{ [zile]}, \quad (3.34)$$

unde: Z_D —

Z_D este numărul duminicilor dintr-un an în care automobilele nu sînt trimise în exploatare;

Z_S — numărul zilelor de sărbători legale.

Perioada anuală de lucru pentru *RT-2* nu depinde de perioada de exploatare și în mod obișnuit se calculează cu $Z_D = 52$ de zile.

În mod diferențiat se poate adopta și numărul de ore de lucru din 24 de ore. Pentru *CIZ*, *RT-1* și *Rc* se poate considera în funcție de regimul de exploatare, 8, 16 sau 24 ore din 24 de ore, pe cînd pentru *RT-2* nu poate depăși 16 ore.

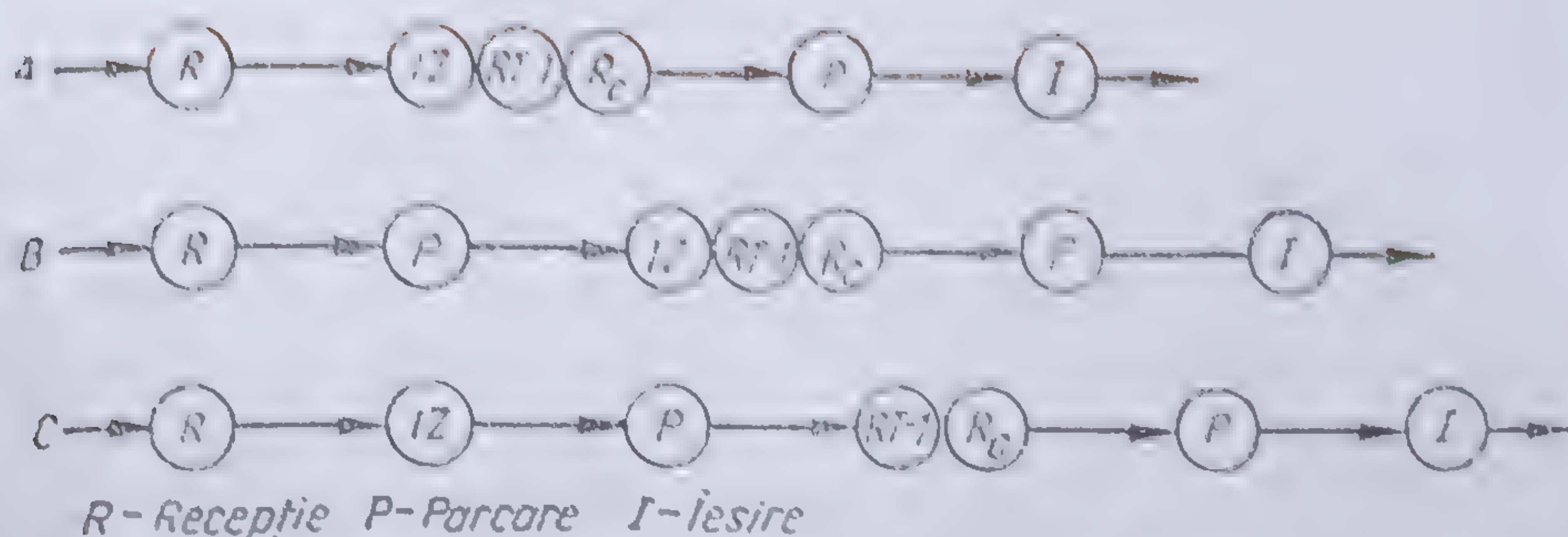


Fig. 3.14. Organizarea procesului întretinerii în funcție de regimul de exploatare al mijloacelor de transport auto.

Pentru lucrările care se efectuează între două schimburi (între schimburile de lucru ale mijloacelor de transport), perioada de lucru maxim posibilă este cuprinsă între momentul întoarcerii automobilului în incinta autobazei (întreprinderii) și momentul plecării acestuia în cursa de transport.

În figura 3.14 sînt prezentate trei scheme de principiu ale organizării procesului de întretinere între schimburi al mijloacelor de transport auto în funcție de regimul lor de exploatare.

Automobilul după sosirea la autobază, după schema A, este supus întretinerii tehnice; după schema B, așteaptă la locul de parcare efectuarea lucrărilor de întretinere; după schema C este supus lucrărilor de spălare-curățire, după care așteaptă în continuare efectuarea lucrărilor de întretinere.

Dacă revenirea automobilelor se face într-un interval de timp mai scurt decît schimbul de lucru, atunci pentru o utilizare rațională îi corespunde schema B, deoarece pentru schema A este necesar un număr mare de posturi de lucru, folosite foarte scurt timp.

Dacă revenirea automobilelor este dispersată în timp și revenirea lor la autobază este egală sau mai mare decît timpul de lucru afectat unui schimb, atunci urmează să se utilizeze schema A.

Schema C caracterizată prin efectuarea lucrărilor de spălare-curățire, se poate aplica în autobazele care au adoptat instalații moderne de spălare (mecanizate sau automatizate), de productivitate înaltă și care pot efectua aceste lucrări cu un număr redus de muncitori, după o perioadă de timp scurtă de la întoarcerea mijloacelor de transport în autobază.

Cea mai simplă, pentru majoritatea cazurilor de proiectare, este schema A, adoptată mai ales în transportul interurban, caracterizat prin revenirea din cursă uniform repartizată în timp a mijloacelor de transport auto.

Chiar atunci cînd graficul de revenire a mijloacelor de transport auto asigură posibilitatea adoptării schemei A, întretinerea urmează să se înceapă mai tîrziu decît momentul întoarcerii automobilului, în primul rînd, pentru crearea de rezerve, care să regleze uniformitatea activității pe posturi și în al doilea rînd, pentru încălzirea prealabilă a automobilelor în timpul iernii.

Schema B mai complicată, este avantajoasă în special în transportul urban cu autobuze, care au o revenire concentrată în autobază.

Schema C mai simplă decît schema B, a obținut, cum se va vedea în

continuare, o mare răspîndire în autobazele înzestrate cu autocamioane pentru transport de mărfuri.

Calculul numărului posturilor de lucru și amplasarea acestora în atelierul principal. Postul de lucru este locul unde se execută operațiile de întreținere tehnică și de reparații direct pe automobile, autotractoare sau remorci. Acesta, după modul de amenajare și de înzestrare trebuie să corespundă condițiilor de efectuare a lucrărilor pentru care este destinat.

Pe un post de lucru pot să lucreze simultan unul sau mai mulți muncitori. Sectorul de lucru al fiecăruia dintre ei este locul de muncă. Conținutul lucrărilor, succesiunea lor, modul de efectuare și necesitatea lor, pentru un moment dat, specialitatea și calificarea muncitorilor se stabilesc pentru fiecare post și loc de muncă în mod corespunzător în fișele tehnologice (respectiv planuri de operații).

Numărul posturilor necesare pentru îndeplinirea programului de producție în funcție de tipul dat de lucrare și numărul rațional al locurilor de muncă, pe posturi, se determină pe baza unui calcul tehnologic.

Posturile de lucru, în funcție de destinația lor tehnologică, se împart în posturi universale și specializate. Diferența dintre ele constă în aceea că, la posturile universale se efectuează toate, sau aproape toate, operațiile tipului respectiv de lucrare, pe cînd la posturile specializate — numai una sau cîteva operații.

Oportunitatea adoptării posturilor universale sau specializate și gradul de specializare, al ultimelor, este condiționată de caracterul lucrărilor și de programul lor de producție, și depinde de numărul calculat al posturilor, care derivă din programul și regimul de producție.

Poarta de acces la posturile înfundate se amplasează în dreptul culorului de trecere (fig. 3.15, a) iar porțile pentru posturile de trecere, în dreptul fiecărui post de așezare a automobilelor în cazul dispunerii lor în paralel (fig. 3.15, b) sau în dreptul primului, respectiv ultimului, post de lucru, în cazul dispunerii în mod succesiv (fig. 3.15, c).

Clasificarea metodelor de amplasare a posturilor este indicată în tabelul 3.11, iar schema lor de așezare în figura 3.16.

Dacă posturile paralele sînt universale, atunci la ele lucrează ori echipe complexe de muncitori cu diferite specializări, ori echipe de muncitori cu calificare universală.

Dacă posturile paralele sînt specializate, la ele lucrează echipe specializate în mod succesiv, trecînd de la un post la altul, fie echipa, fie automobilul.

Condițiile de amplasare a posturilor în linie au fost analizate detaliat în subcapitolele 3.1 și 3.2.

În vederea determinării numărului posturilor de lucru se stabilește, în prealabil, programul de producție anual al atelierului respectiv de întreținere și reparații curente. Aceasta se obține în funcție de parcursul anual al parcului de automobile și pe baza normelor de timp prevăzute în nomenclatorul lucrărilor de întreținere și reparații în vigoare.

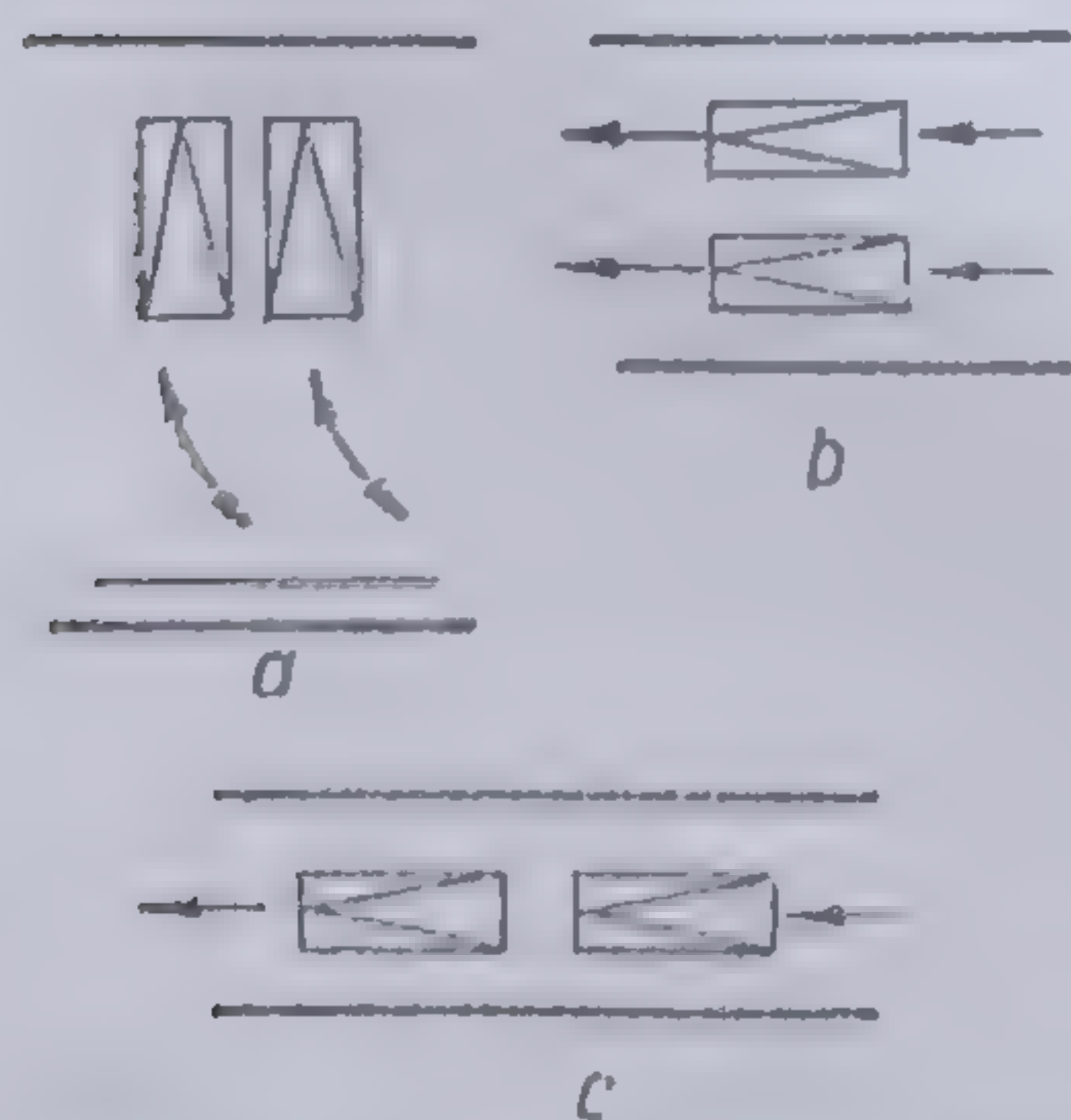


Fig. 3.15. Tipuri de așezare a posturilor de lucru.

CLASIFICAREA POSTURILOR DE LUCRU

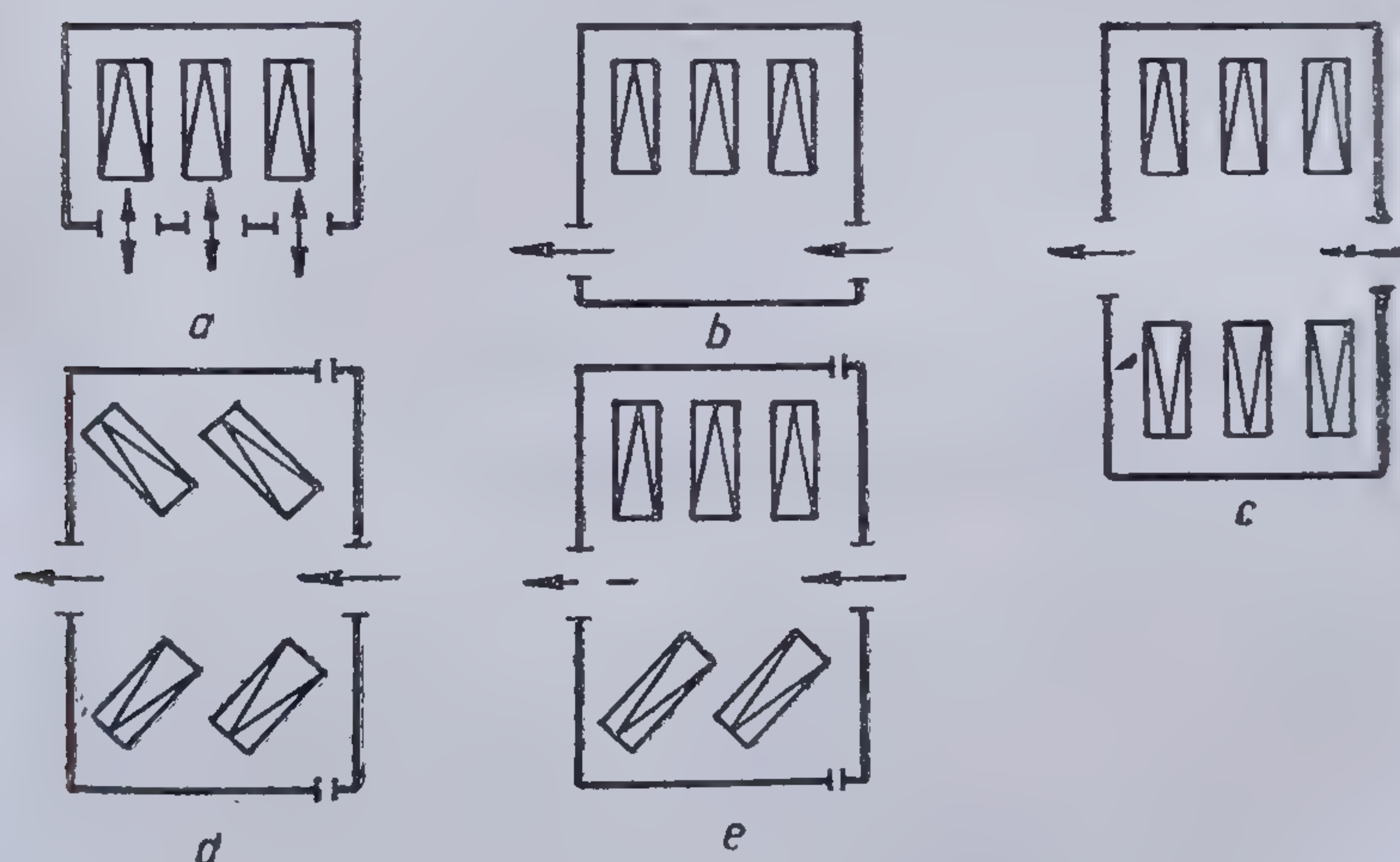
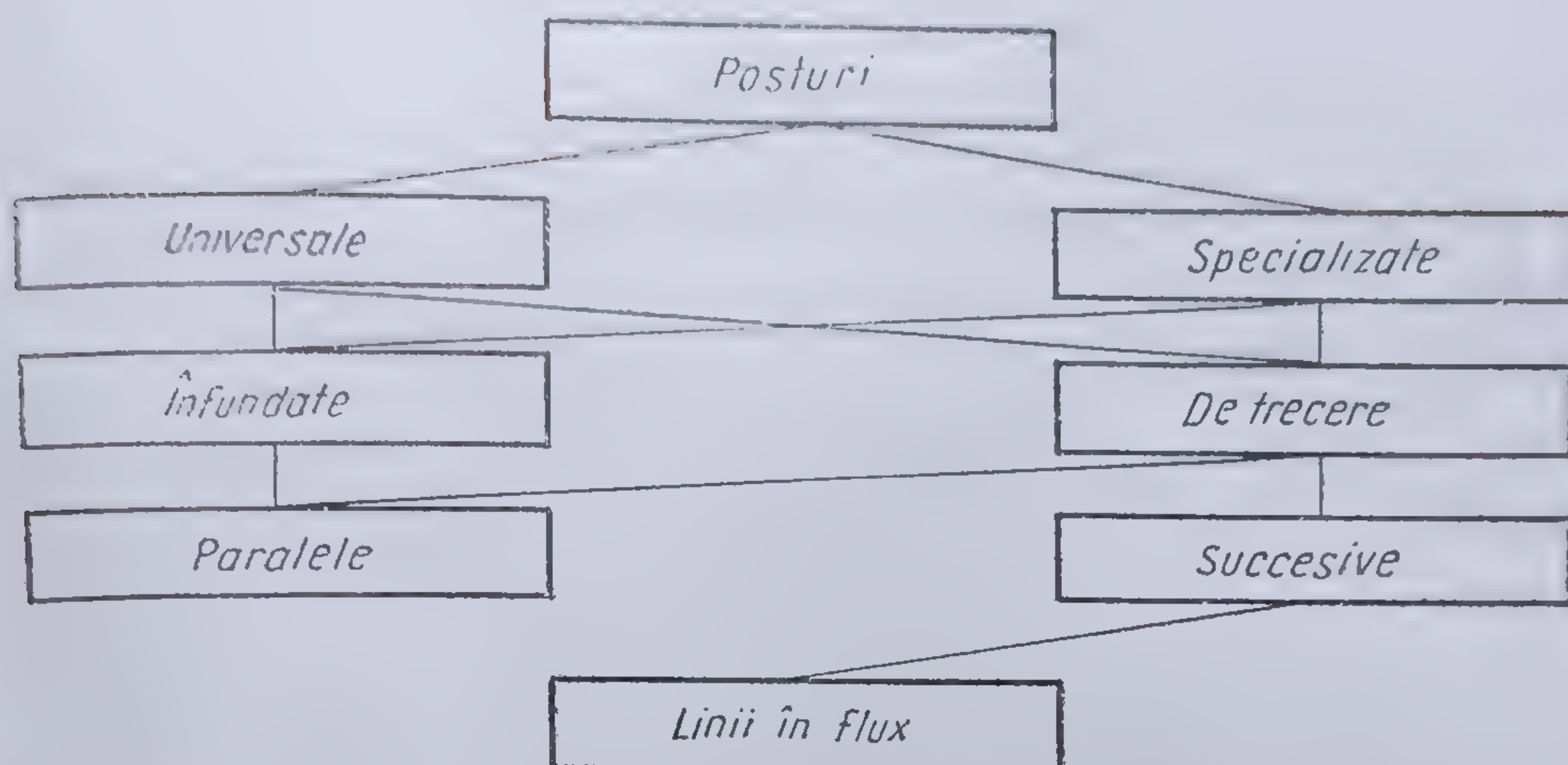


Fig. 3.16. Așezarea posturilor de lucru înfundate:

a — fără culoar de trecere; b — cu culoar de trecere (într-un singur rând); c — cu culoar de trecere (pe două rânduri); d — cu posturile înclinate; e — combinate.

Parcursul anual al tipului i de automobile din parcul autobazei, în kilometri echivalenți, se determină cu relația:

$$P_{echiv_i} = CUP \cdot PMZ_i \cdot N_i \cdot Z_o \cdot D_i \text{ [km-echiv.]} \quad (3.35)$$

unde:

- CUP — este coeficientul de utilizare al parcului;
- PMZ_i — parcursul mediu zilnic al tipului i de automobile, în km;
- N_i — numărul automobilelor de tipul i ;
- Z_o — numărul zilelor calendaristice dintr-un an;
- D_i — coeficientul mediu de drum (care se poate adopta între 1,1 — 1,2).

Programul de producție anual pentru atelierul de întreținere tehnică și reparații curente se obține din însumarea volumului de timp de la fiecare lucrare în parte. Pentru fiecare tip de lucrare pe un an de producție relațiile de calcul sînt următoarele:

— volumul timpilor de spălare

$$T_{s_i} = \frac{P_{echiv}}{1\,000} \cdot t_{s_i} [\text{ore} \cdot \text{om}], \quad (3.36)$$

iar pentru toate cele n tipuri de automobile din cadrul autobazei:

$$T_s = \sum_{i=1}^n T_{s_i} [\text{ore} \cdot \text{om}]; \quad (3.37)$$

— volumul timpilor pentru toate lucrările de revizie tehnică:

$$T_{RT_i} = \frac{P_{echiv_i}}{1\,000} t_{RT_i} [\text{ore} \cdot \text{om}], \quad (3.38)$$

de unde pentru întregul parc de automobile:

$$T_{RT} = \sum_{i=1}^n T_{RT_i} [\text{ore} \cdot \text{om}]; \quad (3.39)$$

— volumul timpilor pentru toate reparațiile curente:

$$T_{Rc_i} = \frac{P_{echiv_i}}{1\,000} t_{Rc_i} [\text{ore} \cdot \text{om}], \quad (3.40)$$

de unde pentru întregul parc de automobile:

$$T_{Rc} = \sum_{i=1}^n T_{Rc_i} [\text{ore} \cdot \text{om}]. \quad (3.41)$$

Semnificația notațiilor utilizate în relațiile prezentate mai înainte este: t_s , t_{RT} și t_{Rc} — manopera normată la 1 000 km echivalenți conform „Normativului privind întreținerea și reparațiile curente ale automobilelor și remorcilor auto” elaborat de Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor (anexa nr. 13 din normativ).

Programul de producție al atelierului de întreținere și reparații curente va fi deci:

$$T_{i+} = T_s + T_{RT} + T_{Rc} [\text{ore} \cdot \text{om}], \quad (3.42)$$

În afara programului de producție al atelierului, pentru determinarea numărului de posturi de lucru, trebuie cunoscut și fondul de timp anual al unui loc de muncă, adică:

$$T_{lm} = T_a \cdot T_z [\text{h}], \quad (3.43)$$

T_a a fost determinat cu relația (3.34);

T_z — numărul de ore de lucru din 24 h, care se adoptă pentru un singur schimb de 8 h; pentru două schimburi 16 h și pentru trei schimburi de 24 h.

Numărul posturilor de lucru este determinat separat pe tipuri de bază ale lucrărilor, cu următoarele relații:

— numărul de posturi pentru stația de spălare:

$$n_s = \frac{T_s}{T_{lm} \cdot m_s}; \quad (3.44)$$

— numărul de posturi pentru revizia tehnică:

$$n_{RT} = \frac{T_{RT}}{T_{lm} \cdot m_{RT}}; \quad (3.45)$$

— numărul de posturi pentru reparații curente:

$$n_{Rc} = \frac{T_{Rc}}{T_{lm} \cdot m_{Rc}}. \quad (3.46)$$

unde m_s , m_{RT} și m_{Rc} este numărul de muncitori care lucrează simultan pe schimb la un post de spălare, întreținere tehnică și reparații curente. Se adoptă în calcule $m_s = 1$; $m_{RT} = 2 \dots 3$; $m_{Rc} = 2 \dots 4$.

Numărul total al posturilor pentru atelierul de întreținere tehnică și reparații curente va fi:

$$n_{\text{total}} = n_{RT} + n_{Rc}. \quad (3.47)$$

Suprafețele tehnologice, necesare, se determină pe baza numărului total de posturi obținute.

În cazul organizării procesului de producție pentru întreținere tehnică în linie, în flux, se va lucra după metodele prezentate în subcap. 3.1 și 3.2, ținând seama că în acest caz crește cu 20—30% productivitatea muncii, deci se reduce timpul de lucru la fiecare post în mod corespunzător.

În vederea calculului lățimii culoarului de trecere între cele două șiruri de automobile, când așezarea lor se face pe posturi înfundate (v. fig. 3.16) cu axul postului de lucru perpendicular pe axul culoarului de trecere, se utilizează relația:

$$U = 2Z - A \operatorname{ctg} \theta + \frac{l - B}{2} + \sqrt{\left[\left[1 + A \operatorname{ctg} \theta - \frac{l - B}{2} \right]^2 + L - e}, \quad (3.48)$$

în care:

Z este spațiul de siguranță între automobilele staționate pe posturi și automobilul în mișcare;

A — ampatamentul automobilului;

B — ecartamentul roților;

L — lungimea de gabarit a automobilului;

l — lățimea de gabarit a automobilului;

e — consola din față a automobilului;

θ — unghiul maxim de bracare al roților de direcție.

Valoarea lui Z se adoptă 0,3 m (pentru automobilele cu lungimea de gabarit pînă la 8 m și lățimea de gabarit pînă la 2,5 m) și 0,5 m (pentru

automobile cu lungimea de gabarit între 8...12 m și cu lățimea de gabarit de 2,5...3 m). Dacă lățimea de gabarit este mai mare de 3 m distanța Z crește pînă la 0,8 m.

În tabelul 3.12 este redată clasificarea automobilelor după dimensiunile de gabarit, iar în tabelul 3.13 distanța între automobile, precum și între automobile și elementele de construcție sau instalații fixe de la posturile de întreținere și reparații.

Amenajarea postului și a locului de muncă. În procesul lucrărilor de întreținere și reparație este necesar de a efectua operații la diferitele părți ale automobilelor (superioare, inferioare și laterale), ceea ce impune realizarea unor amenajări ale postului de lucru, care să conducă la ușu-



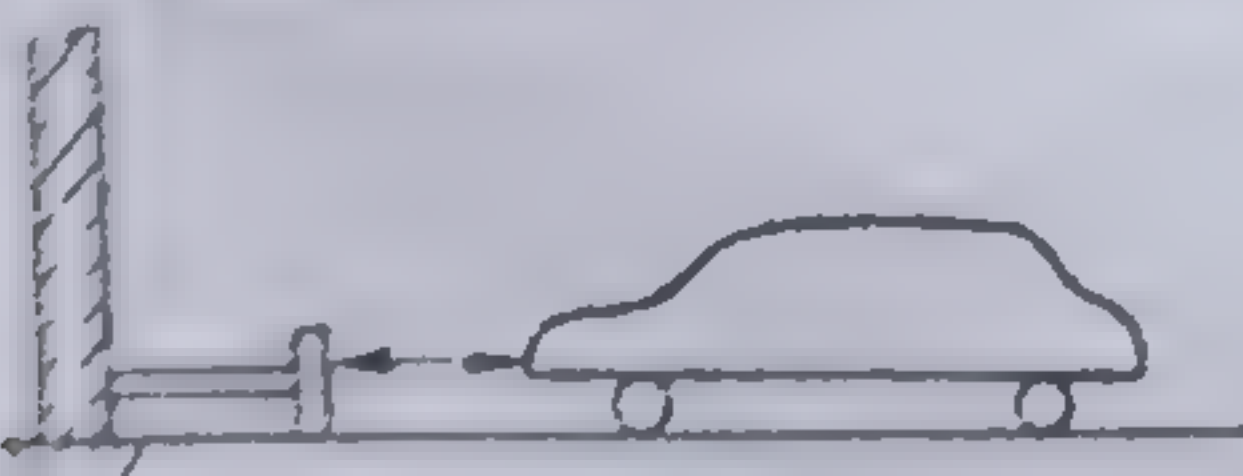


Tabelul 3.12

Clasificarea autovehiculelor în funcție de dimensiunile de gabarit

Categorie	Lungimea [m]	Lățimea [m]	Observație
I	pînă la 5,0	pînă la 1,8	Dacă lungimea sau lățimea automobilului nu corespunde cu cele indicate în tabel, atunci categoria automobilului trebuie adoptată în funcție de dimensiunea cea mai mare
II	5,1—6,0	1,9—2,2	
III	6,1—8,0	2,3—2,5	
IV	8,1—10,0	2,6—2,8	
V	peste 10,0	peste 2,8	

Tabelul 3.13

Distanțe

Schema	Mărimea distanței [m]	Observații
	Între părțile laterale ale automobilelor 1,2	Distanța între părțile laterale ale automobilului se mărește pînă la 1,5 m pentru automobilele de categoria a IV-a și a V-a și pînă la 2,5 m pentru automobilele de categoria a V-a dacă lățimea lor depășește 3 m.
	Între automobilele care sînt așezate unul după altul 1	
	Între automobil și perete sau o instalație tehnologică fixă 1,2	
	Între automobil și coloană 0,7	
	Între automobil și poartă spre exterior, amplasată în fața postului 1,5	

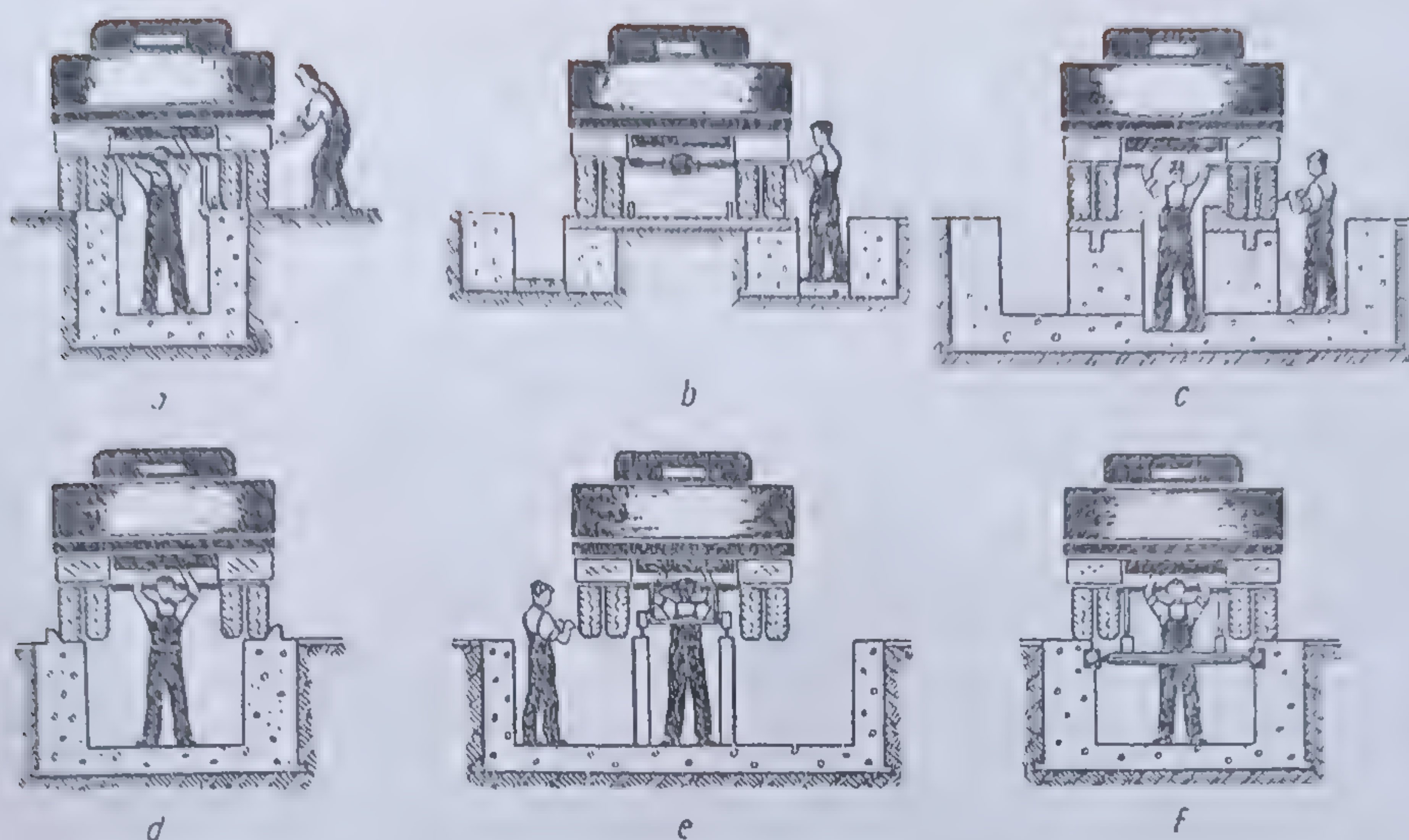


Fig. 3.17. Canale de vizitare :

a — tip îngust; b — tip lateral; c — tip combinat; d — tip îngust cu borduri exterioare; e — tip combinat mecanizat; f — tip îngust mecanizat.

rința și la siguranța efectuării acestor lucrări. Cele mai dificile și numeroase sînt lucrările la părțile inferioare ale automobilului (volumul lor este aproape jumătate din întregul volum al lucrărilor).

Posturile la care se efectuează lucrări (control, ungere sau reparații) la părțile inferioare, greu accesibile, trebuie să fie prevăzute cu canale de vizitare, rampe, estacade sau instalații de ridicare.

Canalele după destinația lor pot fi de tip *îngust*, destinate pentru executarea lucrărilor sub automobil între roți, *lateral*, destinate pentru lucrările la părțile inferioare laterale ale automobilelor, *combinat*, destinate pentru efectuarea tuturor lucrărilor de la părțile inferioare ale automobilelor (fig. 3.17).

Canalele, după felul construcției lor, pot fi închise și cu canalele de legătură, iar după modul de așezare, infundate și de trecere (fig. 3.18). Canalele infundate se adoptă mai ales pentru posturile de lucru universale, iar cele de trecere — pentru posturile specializate.

La existența a două sau mai multe canale paralele, dispuse unul după altul, acestea trebuie unite (la cele infundate printr-un canal de legătură deschis, la cele de trecere printr-un tunel).

Lățimea canalului de legătură și a tunelului nu trebuie să fie mai mică de 1 m, dacă acestea servesc numai pentru trecere, și de 2 m, dacă în el se amplasează locuri de muncă și instalații tehnologice, iar înălțimea tunelului (de la pardoseală și pînă la peretele platformei de acoperire) nu trebuie să fie mai mică de 1,9 m.

Canalele de legătură trebuie să fie înconjurare de balustrade metalice cu o înălțime de cel puțin 0,9 m.

Pentru o așezare sigură a automobilului pe canal, în mod obișnuit, se practică o bordură de dirijare, care formează la partea de intrare la postul de lucru o porțiune ridicată triunghiulară sau în semicerc pentru direcționarea roților de direcție.

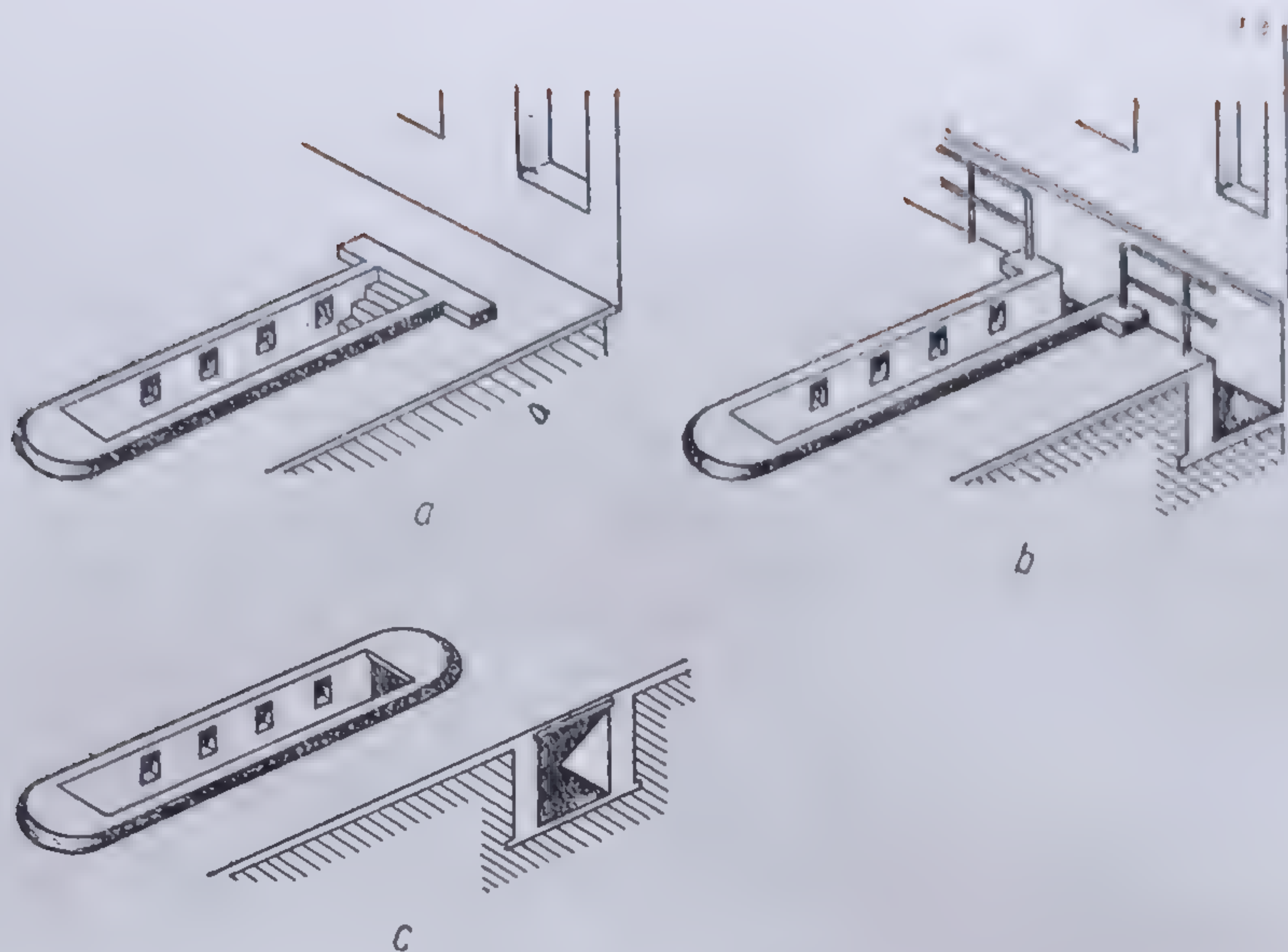


Fig. 3.18. Tipuri de canale de vizitare :

a — infundat închis; b — infundat cu canal de legătură; c — infundat cu canal subteran.

Bordura poate să fie metalică, cu o grosime de 20...25 mm, sau din beton armat cu o grosime de 100 mm. Înălțimea bordurii nu trebuie să depășească 150 mm.

Pentru fixarea poziției automobilelor, canalele infundate au reazeme speciale care limitează mișcarea lor de-a lungul canalului.

Lungimea, lățimea și adâncimea canalelor se determină în funcție de construcția automobilului, de instalațiile tehnologice ale canalului și de destinația postului.

Lungimea minimă a canalului trebuie să fie egală cu suma consolei din față și ampatamentul majorat cu 0,8 m pentru a ușura deservirea la puntea din spate.

Dacă canalul este destinat pentru întreținerea automobilelor cu motorul amplasat în spate, atunci lungimea lui trebuie să fie egală cu lungimea de gabarit a automobilului.

Adâncimea canalelor depinde de lumina automobilului și în mod obișnuit se adoptă pentru autoturisme 1,4...1,5 m, pentru autocamioane și autobuze 1,2...1,3 m.

Lățimea canalelor de tip îngust, cu bordură metalică, este de obicei 1,1 m, iar a celor cu bordură din beton armat de 0,9 m.

În cazul canalelor, de tip lateral, lățimea lor este de cel puțin 0,6 m, adâncimea de cel mult 0,8 m și lungimea egală cu cea de la canalul de tip îngust.

Rampele și estacadele sînt utilizate numai în garaje mici sau în punctele de întreținere ale coloanelor auto detașate din cadrul autobazelor, avînd în vedere că acestea se pot confecționa relativ ușor, într-un timp destul de redus și cu cheltuieli mici.

Instalațiile de ridicare ale automobilelor pot fi electromecanice, hidropneumatice și hidraulice, cu unul sau doi cilindri. Deosebirea caracteristică a instalațiilor de ridicare față de canale, respectiv rampe, constă în posibilitatea reglării înălțimii de ridicare a automobilului, asigurînd

du-se cele mai bune condiții de efectuare a diferitelor lucrări de întreținere.

Instalațiile de ridicare cu un singur cilindru, datorită flotării plungerului, asigură posibilitatea rotirii ușoare a automobilului ridicat în planul orizontal al instalației și o așezare a automobilului relativ simplă.

Conveioarele, cărucioarele autopropulsate și platformele circulare rotitoare ajută la deplasarea automobilelor de la un post la altul când acestea sînt organizate în linie. Adoptarea acestor instalații de transport contribuie la perfecționarea organizării procesului de producție, la utilizarea efectivă a suprafețelor și la îmbunătățirea condițiilor igienico-sanitare în spațiul de lucru, ca urmare a eliminării gazelor de eșapament care sînt inevitabile la deplasarea cu motoarele proprii.

Mecanizarea cea mai simplă a deplasării automobilelor pe linie care se adoptă la mecanizarea canalelor de vizitare, se realizează cu ajutorul cărucioarelor, dar cu acestea nu se asigură o ritmicitate forțată a mișcării de transportare și este complicată readucerea cărucioarelor la poziția lor inițială (la primul post), de aceea sînt preferate conveioarele. Ele pot fi clasificate după următoarele particularități:

— după caracterul acționării — neînterupt (permanent) și cu întrerupere (periodic);

— după procedeul de transmitere a forței de tracțiune de antrenare (de tracțiune sau de împingere), portant și combinat (se combină principiul de acționare a conveioarelor de antrenare și portante);

— după construcția organelor de tracțiune — cu lanț, cu cablu lamelar (alcătuit din plăci), cu cărucior și cu bare;

— după direcția de mișcare — de translație și de translație alternativă;

— după metoda de contact cu automobilul — prin roți, bară de protecție, puntea din față, puntea din spate;

— după dispozitivul de cuplare — cîrlig de cuplare, împingător cu lanț, bandă transportoare, cărucior cu suport, role de sprijin;

— după poziția automobilului pe linia în flux — longitudinală și transversală.

În figura 3.19 sînt redată cîteva scheme de conveiere pentru ilustrarea, în special, a procedeelor de antrenare.

Se poate constata că deosebirea principală între conveierele de antrenare și portante constă în procedeul de deplasare a automobilelor de-a lungul liniei în flux.

La cele de antrenare, automobilul se rostogolește cu toate roțile sale, pe cînd la conveierele portante acesta este trans-

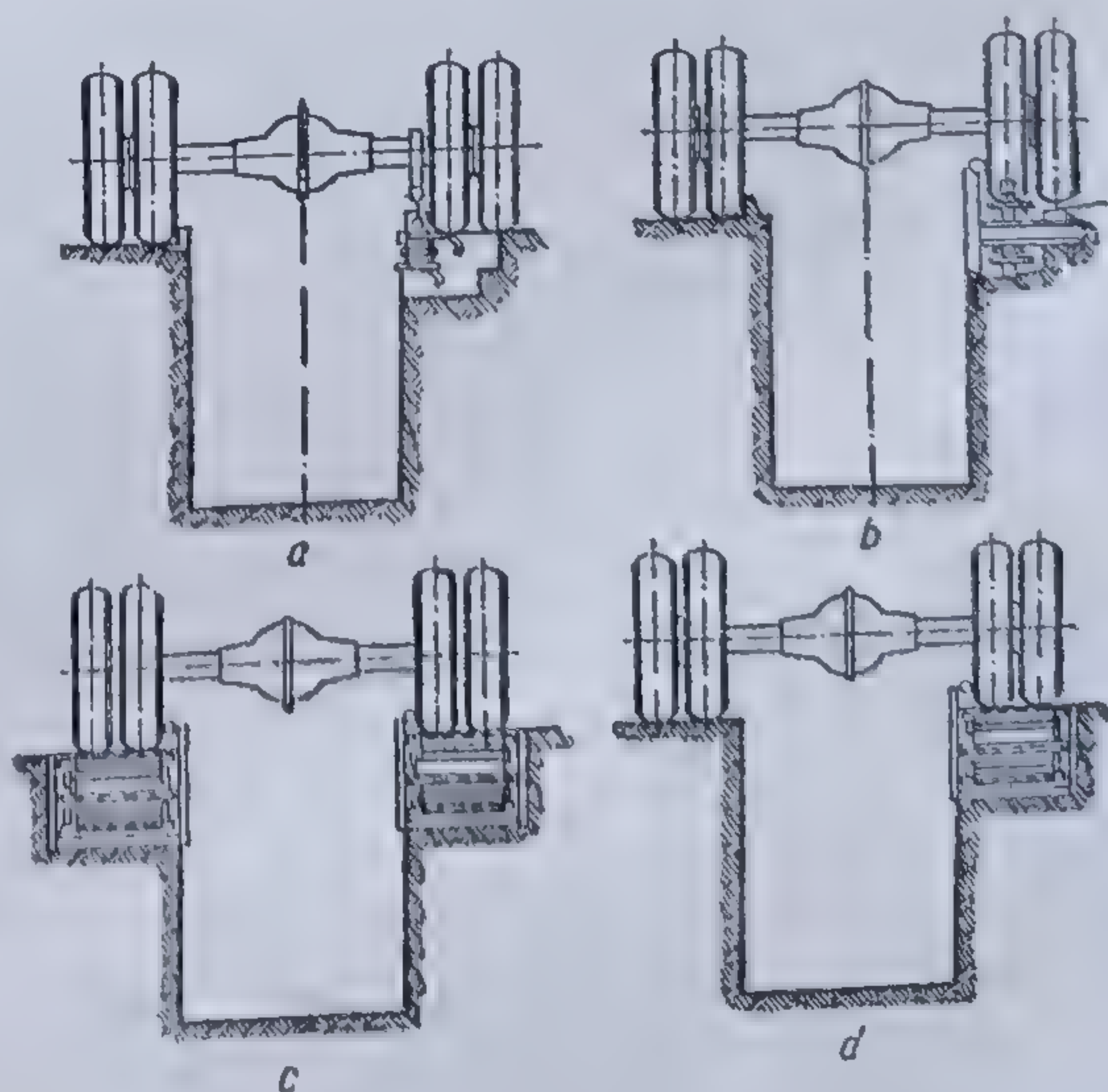


Fig. 3.19. Scheme de conveiere :

a — împingător conducător sub puntea din spate ; b — împingător conducător sub roată ; c — plăci portante pe două rînduri ; d — plăci portante pe un singur rînd.

portat de organele de tracțiune ale acestora, pe care automobilul se află așezat cu roțile blocate.

La conveierele combinate ambele procedee de deplasare ale automobilului se combină și o parte din roți (o roată din față și una din spate sau două din față și una din spate) se rostogolesc, iar restul sînt așezate în poziții blocate pe organul de tracțiune al conveierului.

Viteza de mișcare a conveierelor cu deplasare neînteruptă (permanentă) se adoptă între 2—3 m/min, iar a celor cu mișcare periodică între 10—12 m/min. Prin variatorul de viteză, această viteză trebuie să se schimbe de (0,5 ... 1,5) ori față de viteza conveierului.

Conveierele, indiferent de tipul lor, trebuie să asigure viteza și capacitatea de deplasare impuse, ritmicitate și siguranță de funcționare, accesibilitate maximă la automobile și ușurința întreținerii lor, ridicarea productivității și calității muncii. În afară de acestea, conveierele trebuie să corespundă destinației liniei în flux și controlului instalațiilor de pe posturi, să fie economic, ușor de întreținut și să nu împiedice montarea și utilizarea instalațiilor staționare pe linia de flux.

Conveierele se compun din stația de antrenare și întindere, organele de tracțiune, dispozitivul de cuplare, căile de ghidare și cadrele.

Stația de antrenare dispusă la capătul terminal al conveierului, constă din electromotor, reductor și roată de lanț conducătoare. Totdeauna în schema stației de antrenare se include variatorul de viteze.

Stația de întindere, dispusă la începutul conveierului, constă din instalația care asigură întinderea organelor de tracțiune.

Productivitatea orară a conveierului este dată de relația:

$$A_h = \frac{60 v_c}{L_g + a_1} [\text{automobile/h}], \quad (3.49)$$

unde:

v_c este viteza de mișcare a lanțului, în m/min;

L — lungimea de gabarit a automobilului, în m;

a_1 — intervalul între două automobile consecutive, în m.

La conveierul cu lanț, lungimea acestuia între axele roților de lanț (conducătoare și condusă) este:

$$L_c = n_c (L + a_1) + a_2 + a_1 [\text{m}], \quad (3.50)$$

unde:

n_c este numărul posturilor pe conveiere;

a_2 — distanța totală de la axa roții de lanț pînă la bara de protecție a automobilului, în m.

Forța de tracțiune necesară la acest tip de conveier va fi:

$$F_t = G_a (n_c - 1) f + G_1 [\mu] [\text{N}], \quad (3.51)$$

unde:

G_a este greutatea automobilului, în N;

G_1 — greutatea totală a lanțului de antrenare, în N;

f — coeficientul de rezistență la rulare, pe podea, al automobilului ($f = 0,02$);

μ — coeficientul frecării de alunecare a lanțului ($\mu = 0,2$).

Puterea de antrenare a conveierului va fi:

$$P_a = 1,5 \cdot 10^{-3} \frac{F_t \cdot v_c}{60\eta} \text{ [kW]}, \quad (3.52)$$

unde η este randamentul general al transmisiei ($\eta = 0,45 \dots 0,50$) și 1,5 coeficientul rezervei de putere care ține seamă de momentul de rezistență la pornire.

Pentru stațiile de antrenare ale conveioarelor se adoptă motoare electrice trifazice cu tensiunea de 380 V și turația de 1 400—1 500 rot/min.

Determinarea necesarului de forță de muncă pentru atelierul de întreținere și reparații. Determinarea necesarului de muncitori direct productivi pentru efectuarea lucrărilor de întreținere și reparații curente se face fie pe cale analitică, fie pe bază de normative.

Pe cale analitică numărul de muncitori se calculează în funcție de volumul anual de timp necesar pentru lucrările de întreținere și reparații raportat la timpul efectiv disponibil al unui muncitor pe un an.

Numărul global de muncitori direct productivi se determină cu relația:

$$M = \frac{T_{tr}}{T_M} \quad (3.53)$$

în care T_M este timpul disponibil al unui muncitor pentru scopuri direct productive, în ore pe an, și care se determină cu ajutorul balanței timpului de muncă anual, după cum urmează:

$$T_M = \{365 - [Z_D + Z_S + (Z_C + n) + Z_X]\} T'_Z \text{ [h]}, \quad (3.54)$$

unde:

Z_C este concediul de bază anual, în zile (15 zile);

n — sporul la concediul de bază, în funcție de vechime și activitate, în zile (aproximativ 6 zile);

Z_X — media absențelor pe an, în zile;

T'_Z — durata activității zilnice pentru un muncitor, în ore;

Z_D și Z_S — aceeași semnificație ca în relația (3.34).

Determinarea numărului de muncitori necesari pe meserii, în funcție de volumul de manoperă și timpul disponibil al unui muncitor este:

$$\text{— pentru lucrări de spălare: } M_S = \frac{T_S}{T_M}; \quad (3.55)$$

$$\text{— pentru lucrări de revizii tehnice: } M_{RT} = \frac{T_{RT}}{T_M}; \quad (3.56)$$

$$\text{— pentru lucrări de reparații curente: } M_{Re} = \frac{T_{Re}}{T_M}. \quad (3.57)$$

Numărul global de muncitori de la lucrările de întreținere tehnică, respectiv reparații curente se vor împărți pe meserii (respectiv pentru lucrările de ungere, mecanice și electrice).

Numărul muncitorilor pentru lucrările de ungere se determină din relația:

$$M_v = \frac{T_v}{T_m} \quad (3.58)$$

unde T_v este volumul de timp pentru lucrările de ungere și rezultă din expresiile:

$$T_v = \sum_{i=1}^n T_{vi};$$

$$\text{iar } T_{vi} = \frac{P_{av} i}{1000} t_{vi} \text{ [ore} \cdot \text{om]},$$

t_{vi} fiind manopera normată la 1000 km echivalenți pentru toate lucrările de ungere (aneza 13 din normativ)

Restul muncitorilor de la întreținere tehnică se repartizează proporțional cu manopera normată pentru executarea lucrărilor mecanice și electrice. Astfel:

$$\text{mecanici: } M_m = \frac{3}{4} (M_{RT} - M_e), \quad (3.59)$$

$$\text{electricieni: } M_e = \frac{1}{4} (M_{RT} - M_m). \quad (3.60)$$

Muncitorii de la lucrările de reparații curente se repartizează pe meserii pe baza procentului acordat pentru fiecare tip de lucrare, în funcțiune de tipul automobilelor, din volumul total al manoperei pentru reparații curente, conform tabelului 3.14, deci:

$$M_{Rc_z} = \frac{M_{Rc}}{100} X. \quad (3.61)$$

Tabelul 3.14

Repartizarea lucrărilor de reparații curente pe meserii

Denumirea lucrării	Autoturisme [%]	Autocamioane [%]	Autobuze [%]
Total, din care:	100	100	100
— prelucrări mecanice	33	34	25
— electrice și acumulatori	13	12	10
— lăcătușărie și fierărie	8	8	8
— sudură și tinichigerie, radiatoare	22	20	26
— tâmplărie	—	8	2
— tapiterie	6	3	6
— vopsitorie	10	4	11
— instalația de alimentare și aparate de bord	6	5	6
— vulcanizare	2	6	6

Dimensionarea atelierelor anexe și a magaziiilor. Calculul suprafețelor atelierelor anexe se face ținând seama de suprafața specifică a încă-

perii, raportată la unitatea de suprafață ocupată de utilaje și repartizarea reală a utilajului în ateliere.

Suprafața unui anumit tip de atelier se determină în funcție de suprafața specifică necesară unui muncitor pentru a-și desfășura activitatea cu relația:

$$S_x = s_{M_1} + s_{M_x} \left(\frac{M_{Kex}}{n_s} - 1 \right) [\text{m}^2], \quad (3.62)$$

în care :

n_s este numărul de schimburi din atelier ;

s_{M_1} — suprafața specifică necesară primului muncitor, în m^2 (tab. 3.15) ;

s_{M_x} — suprafața specifică necesară fiecărui muncitor din atelier, în m^2 (tab. 3.15).

Tabelul 3.15

Valorile pentru suprafața specifică necesară unui muncitor și ale coeficientului de densitate al utilajelor pentru ateliere

Denumirea atelierului	Suprafața specifică necesară unui muncitor s_{M_1}, s_{M_x} [în m^2]	Coeficientul de densitate al utilajelor k
Lăcătușărie	8/5	3,5—4,0
Prelucrări mecanice	12/10	3,5—4,0
Arcuri și fierărie	20/10	4,5—5,5
Timplărie	15/12	4,5—5,0
Tapiterie	10/8	4,0—4,5
Electric	10/5	3,5—4,0
Vopsitorie (în cazul în care nu se introduce automobilul)	10/8	3,5—4,0
Instalație de alimentare	8/4	3,5—4,0
Caroserie	30/15	4,5—5,0
Tinichigerie și sudură	12/8	4,5—5,0
Agregate	15/12	4,0—4,5
Stație de încărcat acumulatori	15/10	4,0—4,5

Suprafața atelierului, de un anumit tip, în funcție de coeficientul de densitate al utilajului se calculează cu expresia:

$$S_x = k \sum_{i=1}^n s_i [\text{m}^2], \quad (3.63)$$

unde :

s_i este suprafața de gabarit a utilajului din atelierul respectiv, în m^2 ;

k — coeficientul de densitate al utilajelor (tab. 3.15).

Calculul suprafeței totale S_m pentru magazii, se face aproximativ pe baza indicilor de suprafață specifică pentru un automobil s_m (tab. 3.16) cu relația :

$$S_m = N \cdot s_m [\text{m}^2]. \quad (3.66)$$

N reprezintă numărul total de automobile din autobază.

Tabelul 3.16

Valorile pentru suprafața specifică a magazinelor

Denumirea magaziei	Suprafața specifică pentru un automobil s_m [m ²]	Coeficientul de densitate al materialelor de depozitare [k]
Magazia agregatelor și pieselor de schimb	1,2 — 1,3	5,0 — 5,5
Magazia de anvelope	0,25 — 0,35	3,0 — 3,5
Magazia de uleiuri și de unsori consistente	0,3 — 0,6	2,5 — 3,0

Calculul și amplasarea suprafețelor tehnologice din cadrul autobazei. În procesul de proiectare al întreprinderii de transport (autobazei) se vor urmări următoarele probleme: utilizarea și organizarea teritoriului întreprinderii, amplasarea inderdependentă, dimensionarea, etajarea și schema clădirilor și a încăperilor, deplasarea autovehiculelor pe teritoriul autobazei și în clădiri, așezarea posturilor de întreținere și reparație și a platformei de parcare pentru mijloacele de transport auto și altele.

Prin respectarea în mod corespunzător a cerințelor tehnologice și de construcție, proiectarea trebuie să asigure cea mai mare confortabilitate în timpul exploatării și cele mai mici cheltuieli de investiții. Pentru acestea trebuie nu numai un control competent al condițiilor de exploatare, al cerințelor tehnologice și de construcție, dar și o evaluare critică a variantelor posibile ale soluțiilor de proiectare pentru alegerea variantei celei mai raționale și economice.

Asupra alegerii soluțiilor de proiectare au o influență directă numeroși factori: destinația, mărimea și compoziția autobazei, precum și perspectiva ei de extindere, tipul și caracteristicile mijloacelor de transport, programul de producție și organizarea procesului de producție, caracteristicile terenului de amplasament și posibilitățile sale de construcție, adoptarea tipului de construcție și a materialelor necesare și cerințele normalizate și standardizate.

Dimensiunile complexului actual economic prin gradul de concentrație ridicat și prin intensificarea exploatării mijloacelor de transport auto determină să se atribuie acestor unități economice statutul întreprinderilor mari, în a căror structură intră: spațiile pentru parcare automobilelor sau substituirea lor cu construcții adecvate, încăperi pentru întreținerea și reparația automobilelor, încăperi auxiliare (care se atribuie birourilor, grupurilor sociale, activităților curente și altele), încăperi tehnice (pentru cazane, punctele de încălzire, pompe, compresoare, transformatoare) și alte încăperi auxiliare (pentru alimentare cu combustibil și lubrifianți).

Organizarea procesului de producție în autobază se caracterizează prin schema tehnologică funcțională (fig. 3.20) și prin graficul procesului de producție care are o influență însemnată asupra planificării activității în acestea.

După cum se observă din schemă, automobilul care se întoarce din cursă și trece la controlul de recepție, în funcție de starea lui tehnică, de aspectul lui exterior și de graficul de întreținere, poate fi dirijat ori la locul de parcare, ori la locul de întreținere, ori la locul de îngrijire zilnică (spălare).

Automobilul, care necesită numai îngrijire zilnică (IZ), va trece direct după sosire, sau după așteptare la rând, la acest punct, după care se îndreaptă spre parcare.

Dacă automobilul necesită RT-1 sau RT-2, acesta trece după curățire și spălare direct, sau așteptându-și rîndul, la aceste posturi, în

atelierul de întreținere. La RT-1 și RT-2 pot fi detectate defecțiuni pentru înlăturarea cărora este necesară îndrumarea automobilelor la reparație curentă. Automobilul poate fi, de asemenea, îndrumat la reparații curente după control și îngrijire zilnică (CIZ) sau după sosirea din cursă, dacă la acesta se constată defecțiuni.

După terminarea lucrărilor la RT-1, RT-2, sau Rc, automobilul se îndreaptă spre locul de parcare. După terminarea perioadei de parcare, automobilul trece la control putînd fi pus în circulație.

Dacă alimentarea cu combustibil are loc pe teritoriul autobazei, atunci automobilul se poate alimenta ori la întoarcerea lui din cursă, ori înainte de a pleca în cursă.

Planul general al autobazei soluționează organizarea teritoriului și dimensiunile clădirilor și a altor construcții. Proiectarea planului general de amplasare se subordonează în totalitatea sa cerințelor generale și locale, respectarea cărora, de regulă, este posibilă pe baza studierii condițiilor concrete.

Baza tehnologică a planului general o constituie schema funcțională și graficul procesului de producție.

Amplasarea elementelor de bază ale autobazei caracterizează metoda de construcție pe terenul respectiv.

Autobaza poate fi amplasată într-o singură clădire, care are încăperi specializate, sau în cîteva clădiri specializate.

Construcțiile pot fi unificate sau separate, așa cum se poate vedea din figura 3.21. Prin unificarea construcției, toate funcțiile de bază ale întreprinderii se realizează într-o singură clădire, iar prin separarea construcției în clădiri dispuse separat. În primul caz, deplasarea mijloacelor de transport auto între diferite încăperi are loc pe căile de acces interioare, în clădiri precum și pe căile de acces exterioare pe terenul din jurul clădirii, în al doilea caz, deplasarea între clădiri are loc numai pe căile de acces exterioare (fig. 3.22).

Din punct de vedere tehnologic cea mai rațională este construcția cu un singur nivel, care este bine să fie adoptat în toate cazurile, cînd dimensiunile terenului permit și cînd condițiile de sistematizare și arhitectura nu impun realizarea de clădiri cu mai multe nivele.

Pentru clădirile cu un singur nivel, în industria construcției de mașini se adoptă secții cu dimensiunile 144.72 și 72.72 m, rețeaua coloanelor de 24.12 și 18.12 m și înălțimea pînă la partea inferioară a construcției acoperișului portant al podului rulant 6 sau 7,2 m. În cazul autobazelor înălțimea nu trebuie să depășească 4,8 sau 6 m.

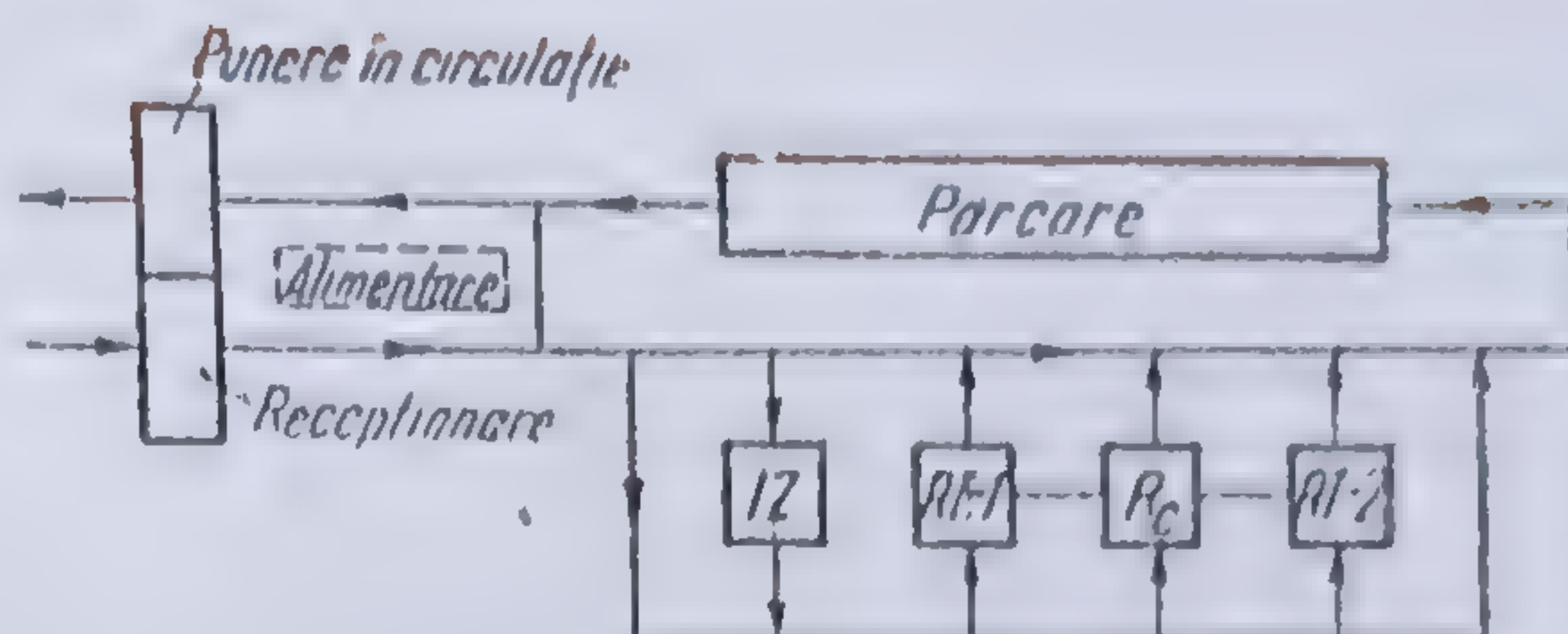


Fig. 3.20. Schema funcțională a unei autobaze complexe.

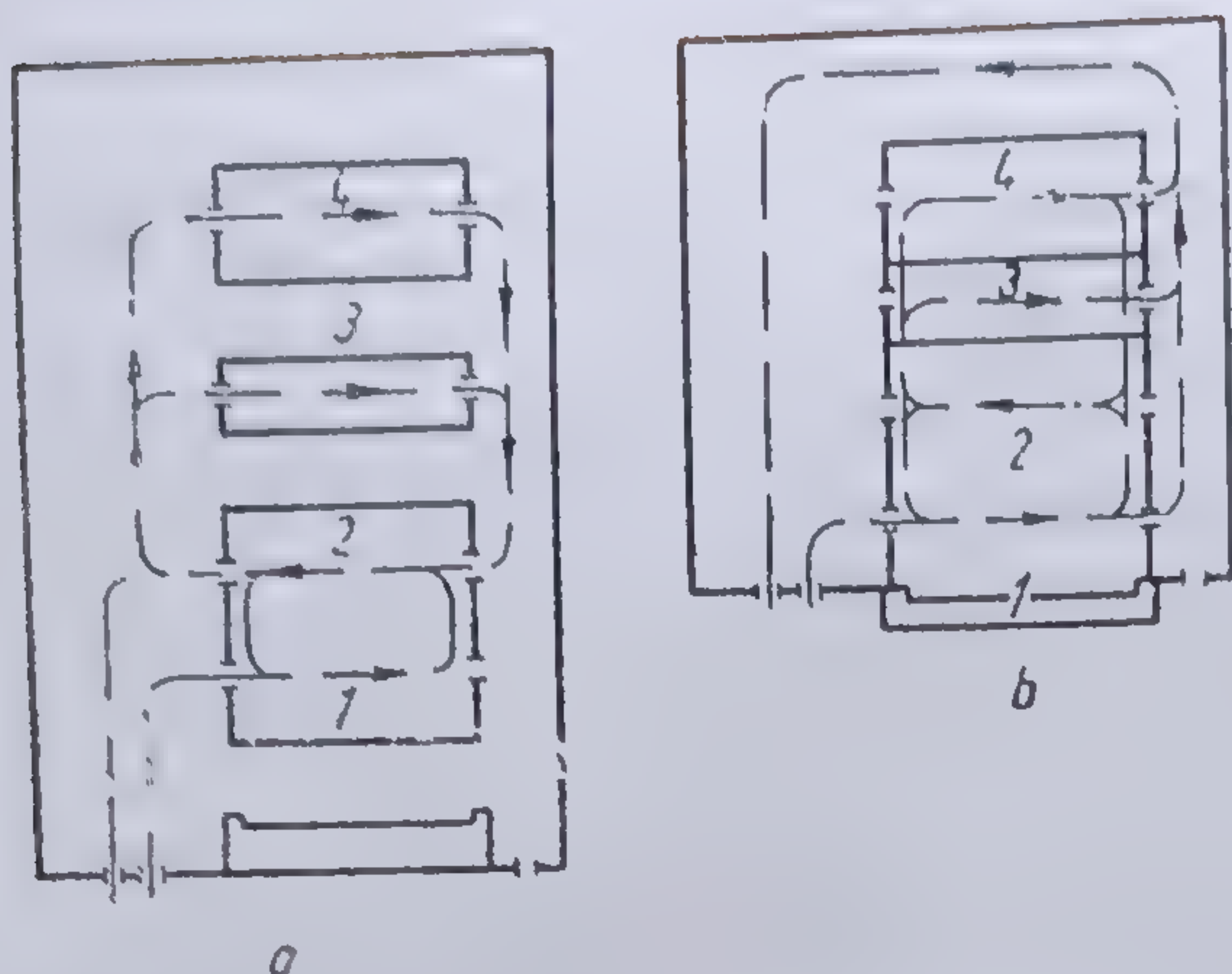


Fig. 3.21. Procedee de amplasare ale clădirilor și suprafețelor tehnologice :

a — clădiri separate ; b — construcție monobloc ; 1 — corpul administrativ ; 2 — platforma de parcare ; 3 — postul de diagnosticare ; 4 — atelierul de întreținere și reparații.

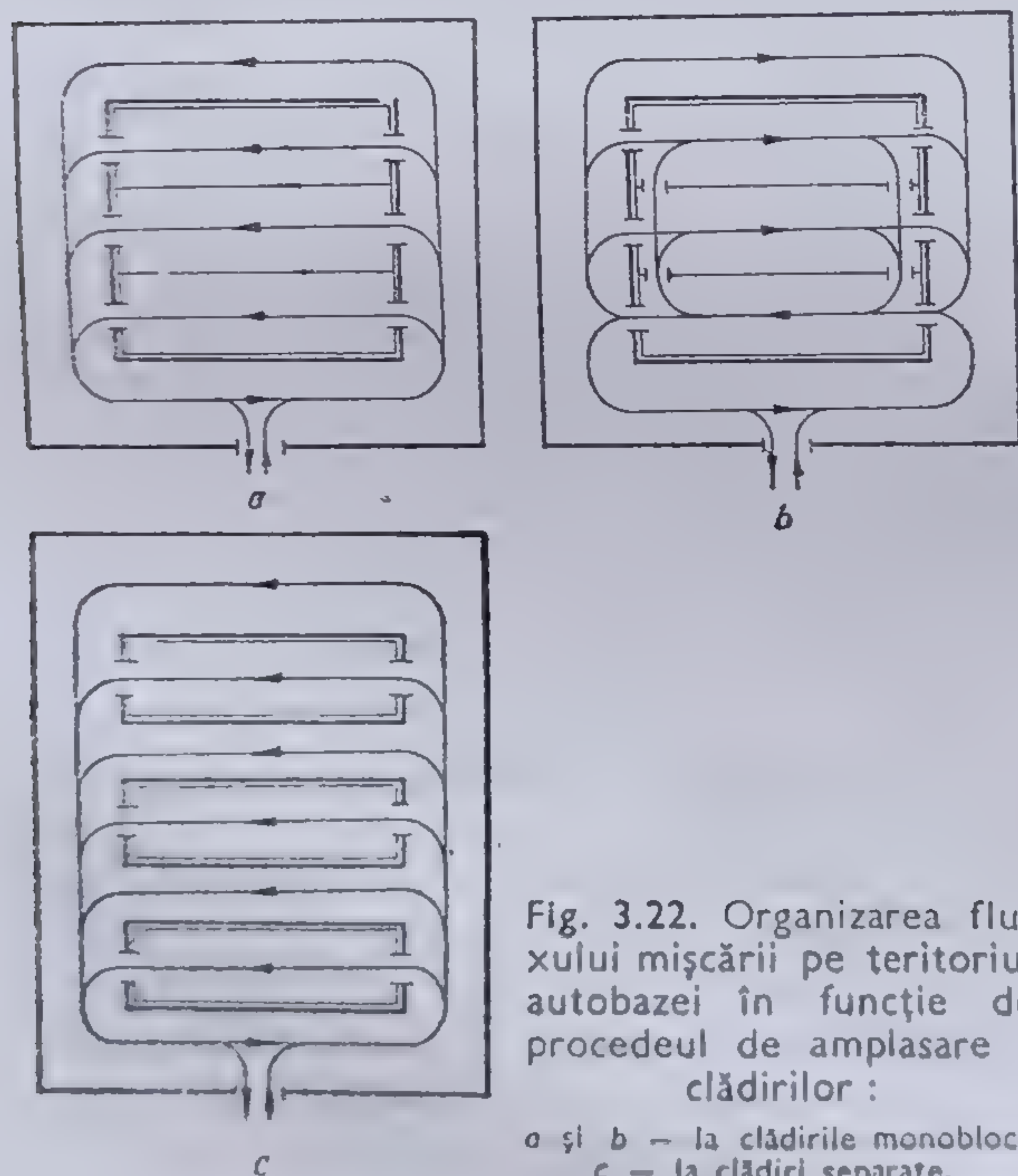


Fig. 3.22. Organizarea fluxului mișcării pe teritoriul autobazei în funcție de procedeul de amplasare a clădirilor :

a și b — la clădirile monobloc ; c — la clădiri separate.

poată deservi, în același timp, sau independent unul de celălalt, orice automobil, iar intrarea și ieșirea automobilelor la, și de la aceste puncte, să se poate efectua tot în mod independent.

Lățimea trebuie să fie limitată între 1,25 și 1,50 m, dar nu trebuie să depășească 2 m, ceea ce asigură posibilitatea utilizării fiecărei coloane în ambele părți prin aplicarea metodei alimentării transversale a automobilelor, care staționează la dreapta și la stînga coloanelor.

În afara alimentării cu combustibil, automobilele la stația respectivă mai sînt alimentate și cu ulei la motor, cu apă în radiator și cu aer

Pentru clădiri cu mai multe nivele, numărul acestora nu trebuie să depășească patru, rețeaua coloanelor să fie 6·6 sau 9·6 m și înălțimea unui etaj de 3,6 m. La etajul superior se poate mări rețeaua coloanelor la 12·12 m.

Proiectarea stației de alimentare. Stația de alimentare de utilizare generală, include în componența sa o clădire pentru personalul de deservire și pentru îndeplinirea funcțiilor comerciale și insula cu coloanele de distribuție și rezervoarele subterane pentru depozitarea combustibililor și uleiurilor. Pentru o activitate confortabilă a personalului și deservirea autovehiculelor, insula cu coloane în mod obișnuit este prevăzută cu o copertină pentru a o apăra de ploi, înălțimea acesteia nu trebuie să fie mai mare de 4 m.

Înălțimea insulei se adoptă de obicei de 150...200 mm, iar lungimea se determină în funcție de numărul posturilor și coloanelor de alimentare plasate pe ea.

Lungimea minimă a insulei cu două coloane de distribuție trebuie să fie: pentru autoturisme — de 6 m, iar pentru autocamioane — de 10 m. Distanța între coloane (fig. 3.23) se adoptă astfel ca punctele de distribuție să

comprimat în pneuri. Pentru ca să nu se reducă capacitatea stației în funcția ei de bază — alimentarea cu combustibil — operațiile indicate, mai înainte, nu se execută de-a lungul insulei, ci în alte locuri, special amenajate. Există însă cazuri când coloana de alimentare cu ulei se amplasează pe insulă între coloanele de alimentare cu combustibil sau după ele.

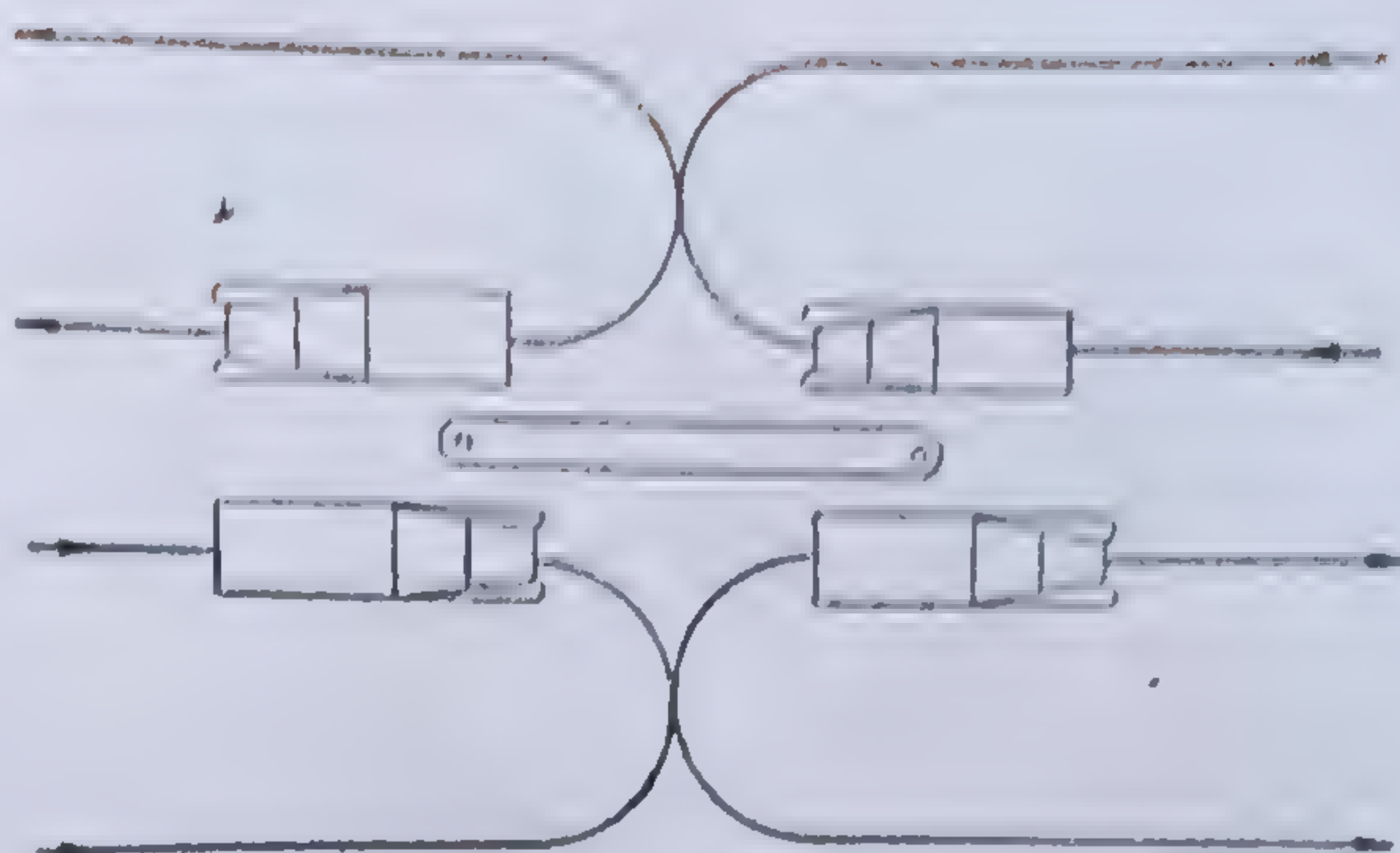


Fig. 3.23. Amplasarea coloanelor de alimentare.

Numărul coloanelor de pe insulă și numărul insulelor se determină prin calculul capacității de trecere a stației în funcție de numărul alimentărilor din 24 de ore (pentru perioadele de vîrf) și a sortimentelor de combustibil și de ulei necesare. La existența a mai multor insule, de obicei, acestea se specializează în funcție de sortimentul de combustibil și tipul automobilelor. Numărul coloanelor de alimentare pentru un sortiment dat de combustibil se determină cu relația:

$$n_c = \frac{\sum_{i=1}^n PMZ_i \cdot N_{hi} \cdot c_{mi} \cdot D_{mi}}{100 \eta_{st} \cdot Q_p} \quad (3.67)$$

unde :

N_{hi} este numărul de automobile de tipul i , care trebuie alimentate într-o perioadă de vîrf, într-o oră;

c_{mi} — consumul mediu de combustibil, în 1/100 km;

Q_p — debitul pompei de alimentare, în l/h;

η_{st} — randamentul stației, care ține cont de timpul care se pierde între două alimentări succesive ($\eta_{st} = 0,8 \dots 0,9$).

Rezervoarele subterane pentru depozitarea combustibilului și uleiului se amplasează la o distanță de cel mult 30 m față de coloanele de alimentare și de cel puțin 5 m față de clădirea stației, într-o zonă care este ferită de circulația automobilelor.

Distanțele de la punctul de control și de umplere al rezervoarelor pînă la coloanele de alimentare, ca și distanța între grupurile de rezervoare nu trebuie să fie mai mică de 5 m, iar între rezervoarele de același grup de 1 m.

Capacitatea totală a rezervoarelor de combustibil se determină cu relația:

$$C_{rez} = Z_s \cdot CUP \frac{\sum_{i=1}^n PMZ_i \cdot N_i \cdot C_{mi} (1 + K \cdot CUP_i) A D_{mi}}{100} [l]. \quad (3.68)$$

în care :

Z_s este numărul zilelor de siguranță pentru aprovizionarea cu combustibil pe timp de iarnă (4—6 zile);

K — coeficientul de corecție al consumului mediu de combustibil pentru parcursul cu încărcătură (anexa 3 din „Normativul MTTC.”);
 CUP_s — coeficientul de utilizare al parcursului;
 A — coeficientul de corecție al consumului mediu de combustibil pentru anotimp ($A = 1,1$).

În figura 3.24 este reprezentat planul general de amplasare pentru o stație cu 500 și alta cu 1 000 de alimentări pe zi. Primul tip are o singură insulă, iar al doilea trei insule pentru alimentarea automobilelor.

Dimensionarea platformelor pentru parcare automobilelor. Parcare automobilelor se poate realiza pe platforme special amenajate în acest scop (fig. 3.25) care pot fi deschise, semiînchise (prevăzute cu acoperișuri și eventual închise parțial la părțile laterale) și închise (încăperi de tip garaj).

Mărimea acestor platforme se determină în funcție de numărul maxim de mijloace de transport care trebuie parcate și de dimensiunile de gabarit al acestora.

Numărul maxim al mijloacelor de transport auto de un anumit tip stabilit pentru parcare se determină cu ajutorul relației:

$$N_{pi} = N_{inv_i} - N_{e_i} - (N_{RK_i} + N_{RT_i} + N_{RC_i}), \quad (3.69)$$

în care:

N_{inv_i} este numărul automobilelor (respectiv remorcilor), din inventar, de tipul i ;

N_{e_i} — numărul autovehiculelor (respectiv remorcilor) din inventar, parcate, care se află în exploatare, de tipul i ;

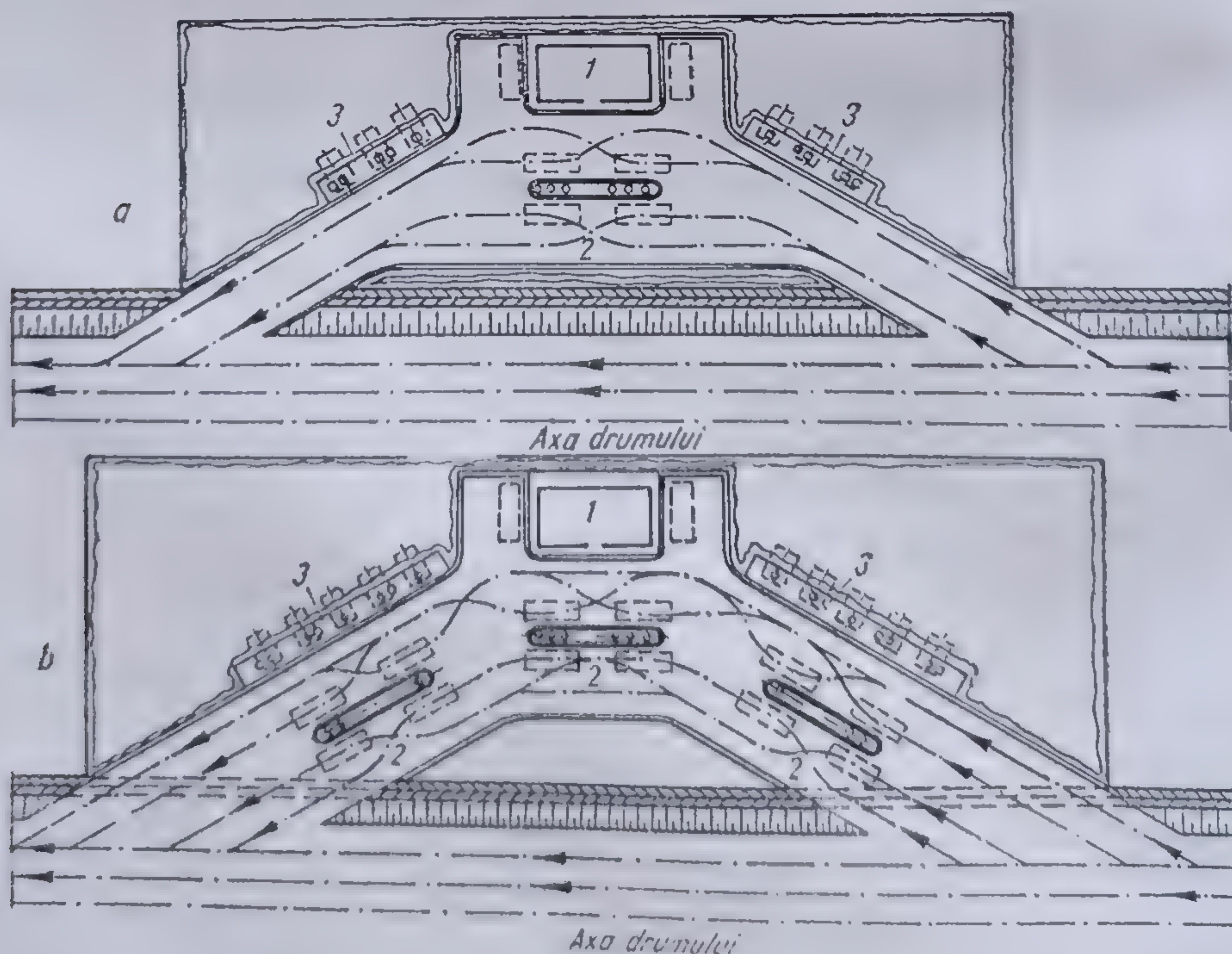


Fig. 3.24. Proiecte tip pentru o stație de alimentare:

a — cu 500 de alimentări pe zi și o singură insulă; b — cu 1 000 alimentări pe zi și trei insule; 1 — cabină; 2 — coloane de alimentare; 3 — rezervoare subterane.

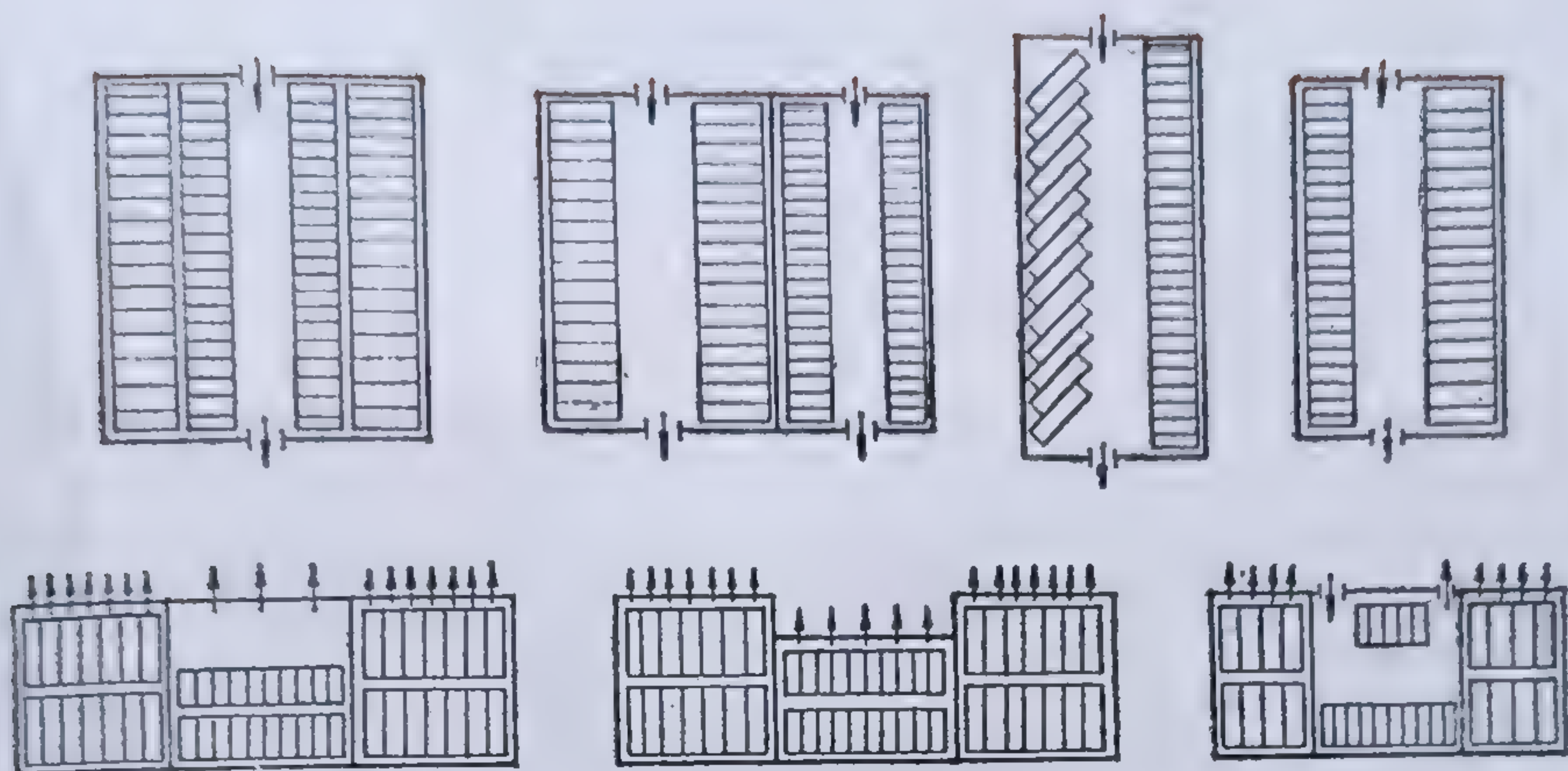


Fig. 3.25. Amplasarea pe platforme de parcare a automobilelor de tipuri diferite.

N_{RK_i} — numărul mijloacelor de transport auto aflate în reparații capitale în afara garajului, de tipul i ;

N_{RT_i} — numărul automobilelor (respectiv remorcilor), aflate în revizii tehnice (de obicei $N_{RT} = n_{RT}$), de tipul i ;

N_{Rc_i} — numărul automobilelor (respectiv remorcilor), aflate în reparații curente ($N_{Rc_i} = n_{Rc_i}$), de tipul i .

În final, suprafața totală pentru parcare a automobilelor sau remorcilor, de un anumit tip, pe două rînduri, se determină cu relația:

$$S_{p_i} = N_{p_i} \cdot S_{A_i} \text{ [m}^2\text{]}, \quad (3.70)$$

unde:

S_{A_i} este suprafața necesară pentru parcare a unui singur automobil, în m^2 , care se calculează cu expresia:

$$S_{A_i} = \left(L + x + \frac{D}{2} \right) (l + y) \text{ [m}^2\text{]}, \quad (3.71)$$

în care L și l sînt lungimea, respectiv lățimea de gabarit a automobilului în m;

x și y — distanțele de siguranță, în m (tab. 3.17);

D — lățimea culoarului de trecere, în m.

Tabelul 3.17

Mărimile distanțelor de siguranță la parcare a automobilelor pe platforme

Elementele dimensionale	Mărimea zonelor de protecție pentru lungimea automobilului		
	pînă la 5 m	5–8 m	peste 8 m
Zona de protecție interloară la automobilele staționate pe posturi înfundate (x)	0,3	0,4	0,5
Distanța între automobile staționate alăturat (y)	0,8	1,0	1,2
— la intrarea prin mers înapoi	1,0	1,0	1,0
— la intrarea prin mers înainte			
Distanța între automobile staționate unul după altul pe posturi în serie (x)	0,5	0,7	0,8

Introducând relațiile (3.69) și (3.71) în (3.70) se obține :

$$S_{P_i} = [N_{mv_i} - N_{e_i} - (N_{RK_i} + N_{RT_i} + N_{Re_i})] \left(L + x + \frac{D}{2} \right) (l + y) \text{ [m}^2\text{]}, \quad (3.72)$$

iar suprafața totală de parcare va fi :

$$S_p = \sum_{i=1}^n S_{P_i} \text{ [m}^2\text{]}$$

Încălzirea și ventilația atelierelor de întreținere și reparații. În cadrul autobazelor, pentru desfășurarea proceselor tehnologice de întreținere și reparații, în condiții normale, este necesar să se stabilească soluțiile optime pentru încălzirea, ventilația, iluminarea halelor respective.

Încălzirea atelierelor de întreținere și reparații. Clădirile din cadrul autobazelor trebuie să fie prevăzute cu instalații pentru încălzire centrală cu: vapori, apă fierbinte, apă-aer sau vapori-aer. Ca agent termic se adoptă apa (supraîncălzită pînă la temperatura de 150°C) sau vapori.

La proiectare, în calculele de încălzire ale încăperilor se adoptă parametrii aerului cei din tabelul 3.18.

Tabelul 3.18

Parametrii aerului pentru încălzirea halelor

Destinația încăperii	Temperatura [°C]	Umiditatea relativă a aerului [%]	Viteza de mișcare a aerului [m/s]
Pentru întreținerea și repararea automobilelor	16	Nu mai mult de 75	Nu mai mult de 0,5
Pentru parcare automobilelor	5	Nu se normează	Nu mai mult de 1,0
Pentru depozitarea pieselor și agregatelor de schimb, materialelor și SDV-urilor	10	Idem	Nu se normează
Pentru depozitarea anvelopelor	5	Idem	Idem

În halele de întreținere-reparație și de parcare automobilelor urmează să se adopte încălzirea cu abur-aer, corelată cu ventilația existentă, care în timpul liber, de repaos parțial, se comută pentru recirculație.

Acest sistem se realizează cu ajutorul instalației pentru încălzirea aerului amplasată centralizat sau necentralizat. În ambele situații aceasta poate să lucreze atât ca un sistem exclusiv pentru încălzire cu recirculație cît și ca un sistem de încălzire-ventilație cu o priză parțială, pentru aducerea și încălzirea aerului înconjurător din încăpere.

La metoda centralizată de încălzire cu vapori-aer, corelată cu ventilația existentă, aerul se încălzește într-o cameră centrală, de unde cu ajutorul ventilatorului centrifugal și al conductelor metalice sau al canalelor prevăzute în construcție se distribuie pe încăperi.

La metoda necentralizată se adoptă agregate de recirculație locală, care se compun dintr-un montaj în bloc unitar al caloriferului, ventilatorului și electromotorului.

În calculul încălzirii halelor, trebuie să se țină seama, în afară de pierderile de căldură prin pereți (spre exterior) și de pierderile de căl-

dură pentru încălzirea automobilelor reci (care intră în atelier), precum și de încălzirea aerului rece, care pătrunde în încăpere prin ușa deschisă ca urmare a intrării automobilelor.

Cantitatea maximă de căldură, necesară pentru încălzirea automobilelor reci, se poate determina cu relația:

$$Q_s = \sum c m \Delta t - \sum c m_1 \Delta t_1 \text{ [kcal/h]}, \quad (3.74)$$

unde:

m, m_1 — este masa părților din automobil care au temperatura cea mai scăzută sau, respectiv, mai mare decât temperatura din interiorul halei, în kg;

c — căldura specifică (0,1 pentru părțile metalice și 0,5 pentru restul automobilului), în kcal/kg. grad;

$\Delta t, \Delta t_1$ — diferența între temperatura părților reci, respectiv calde ale automobilului și temperatura de calcul în interiorul halei, în °C.

Temperatura medie a motorului încălzit, a radiatorului și apei din radiator se adoptă egală cu 50°C, iar temperatura medie a părților reci ale automobilului cu 10°C peste temperatura de calcul a aerului exterior pentru încălzit.

Durata încălzirii se adoptă: pentru autoturisme — 1 h; pentru autocamioane și autobuze — 2 h, din care 70% din căldură se absoarbe în prima oră.

Pentru autocamioane și autobuze, cu motoare diesel, durata încălzirii este de 3 h și cantitatea de căldură necesară se absoarbe în prima oră în proporție de 50%, în a doua oră 30% și în a treia oră 20%.

Răcirea încăperii, ca urmare a deschiderii ușilor, atinge valoarea maximă la ieșirea și intrarea masivă a automobilelor.

Cantitatea de căldură Q_u , care este necesară pentru încălzirea aerului rece pătruns în încăpere se determină cu relația:

$$Q_u = 0,24 m_a (t_i - t_e) \frac{\tau}{60} \text{ [kcal/h]}, \quad (3.75)$$

unde:

m_a — este masa de aer rece, care a pătruns în hală, în kg/h;

t_i, t_e — temperatura aerului din interiorul, respectiv exteriorul halei, care intră în calcul, în °C.

τ — durata menținerii ușii deschise, în min, dintr-o oră.

Cantitatea de aer rece depinde de direcția și viteza vântului, de temperatura din interiorul și exteriorul halei, de lățimea și înălțimea ușii.

Cantitatea de căldură care se pierde prin pereți, prin conducție și convecție se poate calcula cu expresia:

$$Q_p = \lambda_s S_h (t_i - t_e) \text{ [kcal/h]}, \quad (3.76)$$

în care:

λ_s este coeficientul global de transfer al căldurii prin pereți, egal cu 1,3—1,7 kcal/m². h. grad;

S_h — suprafața totală de schimb de căldură, în m².

Cantitatea totală de căldură necesară pentru încălzirea halei va fi:

$$Q_t = Q_s + Q_u + Q_p \text{ [kcal/h]}. \quad (3.77)$$

Cunoscând această cantitate de căldură totală, se poate stabili consumul orar de combustibil (G_c) pentru diferite perioade ale anului și de aici consumul global de combustibil pentru încălzirea halei pentru o perioadă de un an. Relația de calcul va fi:

$$G_c = \frac{Q_i}{\eta_{inst} \cdot Q_i} [\text{kg/h}], \quad (3.78)$$

unde:

Q_i este puterea calorifică inferioară a combustibilului, în kcal/kg;
 η_{inst} — randamentul termic al instalației de încălzire.

Ventilația atelierelor de întreținere și reparație. Destinația principală a instalației de ventilare în halele autobazelor este de a îndepărta gazele de evacuare din motor, a căror compoziție chimică depinde de sortimentul de combustibil utilizat, de starea tehnică a motorului și de regimul lui de funcționare. Din componentele gazelor de evacuare pericolul cel mai mare pentru oameni în ateliere îl reprezintă: la motoarele cu carburator alimentate cu benzină — *monoxidul de carbon*, iar la cele cu benzină etilată — *monoxidul de carbon și aerosolii cu plumb*, iar la motoarele cu aprindere prin compresie — *monoxidul de carbon, oxizii de azot și aldehydele* (tab. 3.19).

Tabelul 3.19

Norme admise pentru concentrația gazelor nocive în încăperi

Destinația încăperii	Limitele admisibile pentru concentrația gazelor nocive [g/m³]			
	monoxid de carbon	aerosoli de Pb	oxizi de azot	aldehyde
Pentru întreținerea și repararea automobilelor	0,3	0,1	5,0	30,0
Pentru parcare automobilelor	2,0	0,1	5,0	30,0

În halele de întreținere și reparație ale automobilelor concentrația gazelor se adoptă ca valori medii orare, iar în halele de parcare ale automobilelor concentrația de 2 g/m³ monoxid de carbon trebuie adoptată în medie la 20 min.

La o activitate într-o atmosferă poluată, mai puțin de 1—2 h, concentrația admisă a monoxidului de carbon poate să ajungă pînă la 0,05 mg/l, iar la durata activității mai puțin de o jumătate de oră, pînă la 0,1 mg/l.

Consumul de combustibil C al unui motor cu carburator, la o viteză de deplasare a automobilului în atelier, egală cu 5—6 km/h, se calculează cu expresia:

$$C = (0,6 \dots 0,8) V, [\text{kg/h}], \quad (3.79)$$

unde V , este cilindrul totală a motorului, în dm³.

Cantitatea de monoxid de carbon G_{co} evacuată din motorul cu carburator se stabilește cu relația:

$$G_{co} = 15 C \frac{G_n}{100} \cdot \frac{\tau}{60} [\text{kg/h}], \quad (3.80)$$

în care :

G_n este conținutul gravimetric de noxe în gazele de evacuare, în % ;
 τ — timpul de funcționare al motorului, în min.

Conform normelor de proiectare, timpul de funcționare al motorului în hale se adoptă: pentru încălzire — 2 min, pentru intrare și așezare pe locul de parcare — 1 min, pentru cursele de manevră și ieșire — 0,1 min pentru fiecare 10 m de drum, pentru așezarea pe postul sau linia de întreținere — 1 min și pentru mutarea de la un post la altul pe linii — 1 min. Totuși, timpii prezentați, au numai un caracter orientativ, și pot fi supuși calculelor mai exacte pentru fiecare caz concret de proiectare.

Cantitatea de aerosoli G_{aPb} , evacuată de un motor cu carburator prin utilizarea benzinei etilate se obține din expresia :

$$G_{aPb} = \frac{0,05 \cdot CK}{1000} \cdot \frac{\tau}{60} [\text{kg/h}], \quad (3.81)$$

unde K este conținutul de tetraetil de plumb în benzină, în %, în funcție de sortimentul de benzină ($K = 0,05 \dots 0,1\%$).

Cantitatea de monoxid de carbon, oxizi de azot și aldehyde G_{CO} , G_{NO} , G_{CH} (tab. 3.20) evacuată de motorul cu aprindere prin compresie în patru timpi, pentru fiecare component în parte se stabilește cu relația :

$$G_{CO} (G_{NO_x}, G_{CH}) = (160 + 13,5 V_t) \frac{G_n}{100} \cdot \frac{\tau}{60} [\text{kg/h}]. \quad (3.82)$$

Cantitatea de aer G_{aer} , necesară pentru diluarea gazelor nocive, pe tipuri de motoare, se obține cu formula :

— pentru motoare cu carburator :

$$G_{aer} = \frac{10^6 \cdot G_{CO}}{C_{aCO} - C_{asCO}} + \frac{10^6 \cdot G_{Pb}}{C_{aPb}} [\text{m}^3/\text{h}], \quad (3.83)$$

Tabelul 3.20

Conținutul noxelor pentru diferite condiții de funcționare a motorului

Condițiile de funcționare ale motorului	Conținutul noxelor din cantitatea totală de gaze evacuate G_m [%]					Cantitatea de noxe G [kg/min]		
	motor cu carburator		motor diesel în patru timpi			motor diesel în doi timpi		
	monoxid de carbon	aerosoli cu Pb	monoxid decarbon	oxizi de azot	aldehyde	monoxid de carbon	oxizi de azot	aldehyde
Încălzirea motorului în hala de parcare	6,0	0,0025	0,0710	0,00700	0,510	0,0041	0,0004	0,0030
Manevrarea automobilului în încăperea și la ieșire	4,0	0,0018	0,0540	0,0090	0,0370	0,0031	0,0005	0,0021
Intrarea automobilelor în hală și așezarea pe post	2,5	0,0010	0,0440	0,0090	0,0200	0,0025	0,0005	0,0002

— pentru motoare cu aprindere prin compresie :

$$G_{\text{aer}} = \frac{10^6 G_{\text{CO}}}{C_{\text{aCO}} - C_{\text{asCO}}} + \frac{10^6 G_{\text{NO}_x}}{C_{\text{aNO}_x} - C_{\text{asNO}_x}} + \frac{10^6 G_{\text{CH}}}{C_{\text{aCH}} - C_{\text{asCH}}} \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (3.84)$$

unde C_{aCO} , C_{aPb} , C_{aNO_x} și C_{aCH} sînt concentrațiile la limita admisibilă pentru noxele de monoxid de carbon, aerosoli cu plumb, oxizi de azot și aldehyde, în mg/m^3 ;

C_{asCO} , C_{asNO_x} , C_{asCH} — concentrația noxelor respective în zona de aspirație a aerului, în mg/m^3 .

În halele de întreținere și de reparații ale automobilelor trebuie prevăzute nu numai cantitatea totală, dar și locul de aspirație a aerului de ventilație.

Debitul aerului la canalele de vizitare trebuie să fie de 200—250 $\text{m}^3\text{/h}$ (la o distanță de 1 m de canal), viteza de 2,0—2,5 m/s, unghiul de 45° față de planul orizontal, iar temperatura aerului între 16 și 25°C.

CAPITOLUL 4

TEHNOLOGIA ÎNTREȚINERII AUTOMOBILELOR

4.1. TEHNOLOGIA ÎNTREȚINERII ZILNICE A AUTOMOBILELOR

Curățirea interioară și exterioară a automobilelor. Stații și instalații de spălare. În timpul exploatării, suprafețele exterioare ale caroseriei și șasiului se murdăresc cu noroi și alte impurități provenite de pe suprafața drumurilor pe care circulă automobilele.

În vederea îngrijirii părților exterioare ale automobilelor sînt prevăzute o serie de operații ca: spălarea automobilului, curățirea caroseriei, ștergerea sau uscarea caroseriei (cabinei autocamionului), lustruirea caroseriei (în special pentru autoturisme), dezinfectarea (pentru autoturisme și autobuze din cadrul transportului în comun, pentru autofurgoane care transportă alimente etc.), acoperirea cu un strat anticoroziv a părților inferioare ale caroseriei (pentru autoturisme și autobuze).

Periodicitatea și volumul lucrărilor de curățire și spălare depind de tipul autovehiculului și de condițiile de exploatare (înainte de toate de condițiile de drum și de climă).

O importanță deosebită o are îndepărtarea stratului de noroi de pe suprafețele exterioare ale automobilului și în special de pe suprafețele vopsite și lustruite. La suprafețele lustruite ale caroseriei automobilelor pe lângă acțiunea unui jet de apă trebuie să se recurgă și la utilizarea unor perii, bureți etc. Acest lucru este necesar deoarece după spălarea cu jet de apă o parte din praf, sau din impuritățile micrometrice (10—30 μm), rămîn depuse pe aceste suprafețe care după uscare formează un strat subțire de culoare gri mată.

Acest lucru se explică prin faptul că în timpul spălării între jetul de apă care curge în direcție radială și suprafața caroseriei se formează un strat subțire de apă denumit *strat limită*.

Viteza de curgere a apei din stratul limită, față de suprafața caroseriei, este așa de mică încît, practic, nu influențează îndepărtarea ultimelor impurități, ci din contră creează o zonă moartă în care jetul de apă nu poate acționa. Grosimea stratului limită variază în funcție de presiunea apei de spălare. Pentru îndepărtarea completă a stratului limită de apă, ar fi necesare presiuni ale jetului care ar degrada stratul de vopsea de pe caroserie. Din această cauză, îndepărtarea stratului de impurități

micronice, de pe suprafețele caroseriei automobilelor superfinisate prin lustruire, se face cu acționare mecanică.

Pe punțile și roțile automobilului, noroiul și murdăria se depun în cantități mult mai mari decât pe părțile laterale ale acestuia, în plus, părțile mai murdare sînt mai greu de curățat, fie datorită faptului că adeseori praful sau noroiul este mai aderent, fie din cauza resturilor de ulei care există în locurile de ungere, fie din cauza lubrifiantilor care se scurg din cartere pe sub caroserie. Pentru spălarea acestor părți este necesară o forță dinamică a jetului de apă mai mare, respectiv o presiune mai mare de lucru, precum și folosirea de apă caldă.

De aceea o instalație de spălare trebuie să realizeze următoarele cerințe de calitate:

— să aibă o mare eficacitate în spălarea suprafețelor automobilului, realizînd suprafețe cît mai curate;

— să realizeze un cost cît mai redus al spălării;

— să fie ușor de manevrat, oferind în același timp siguranță în exploatare.

Pentru realizarea unui cost redus, consumul specific de apă (litri/spălare) trebuie să fie cît mai mic, costul instalației să nu fie exagerat, să aibă o productivitate mare iar deservirea, întreținerea și reparațiile să reprezinte de asemenea costuri reduse.

Pentru spălarea părții inferioare și a sistemului de rulare a automobilelor, este necesar un jet concentrat (de pumnal), care trebuie să îndepărteze murdăria ce aderă puternic la agregatele automobilului. La spălarea suprafețelor exterioare laterale și superioare lustruite, în general se aplică un jet pulverizat (în evantai), mai ales atunci cînd se folosesc și perii.

Utilizînd la pulverizator ajustaje cu diferite secțiuni, se poate regla presiunea și debitul de apă astfel încît să se ajungă la un consum minim și la efectul de spălare dorit.

În cazul cînd se formează o crustă puternic aderentă pe suprafețele automobilului, în special prin amestecarea uleiului cu noroi și praf, se introduc în apa de spălare diferite soluții chimice care concură la dizolvarea uleiului și la îndepărtarea acestor cruste. Aceste soluții chimice contribuie la micșorarea tensiunii superficiale a stratului de impurități, astfel încît, spălarea caroseriilor se efectuează fără deteriorarea suprafețelor vopsite sub acțiunea mecanică a periilor.

Factorii care influențează asupra calității spălării, a reducerii consumului de apă și a timpului sînt: presiunea (forța jeturilor de apă), secțiunea ajustajului de pulverizare (capul pistonului de spălare), unghiul de atac al jetului (înclinarea față de suprafața de spălat) și mobilitatea jetului pe suprafața ce se spală.

Cantitatea de apă furnizată și pulverizată prin secțiunea liberă a ajustajului este dată de relația:

$$Q = 6 \varphi_c S w, [l/min], \quad (4.1)$$

în care:

S este suprafața secțiunii libere a ajustajului, în cm^2 ;

w — $\varphi_v \sqrt{2gh}$ — viteza de curgere a apei din ajustaj, în m/s ;

φ_v — coeficient de viteză;

φ_c — coeficient de contracție al secțiunii;

h — înălțimea piezometrică, în mH_2O ;

relația (4.1) se mai poate scrie astfel:

$$Q = 6\varphi_c\varphi_v S \sqrt{2gh} = 26,6\mu S \sqrt{h} \text{ [l/min]}, \quad (4.2)$$

$\mu = \varphi_c\varphi_v$ — fiind coeficientul de debit.

Înălțimea piezometrică h se poate exprima prin presiunea statică din ajutoraj, adică:

$$h = \frac{p}{\rho g}$$

unde ρ este densitatea apei. Se introduce presiunea în loc de înălțime în relația (4.2) și se obține:

$$Q = 8,5\mu S \sqrt{\frac{p}{\rho}}, \text{ [l/min]}, \quad (4.3)$$

unde ρ se introduce în $\frac{\text{daN} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^4}$, iar p în daN/m^2 .

Pentru ajutorajele de tip lamelar, care asigură o formă în evantai a jetului de apă, unghiului de ieșire de 13° îi corespunde coeficientul de debit $\mu = 0,92$, iar unghiului de 60° , coeficientului de debit $\mu = 0,80$.

Pentru ajutorajele cu orificiul circular $\mu = 0,60 \dots 0,65$.

Debitul total Q , în cazul unei instalații de spălare, când sînt montate mai multe pulverizatoare, va fi:

$$Q = \sum_{i=1}^n n_i \cdot Q_i = n_1 Q_1 + n_2 Q_2 + \dots + n_n Q_n, \quad (4.4)$$

în care:

n_i este numărul de pulverizatoare cu același debit;

Q_i — debitul unui pulverizator.

Din relația (4.3) rezultă că prin micșorarea secțiunii și a ajutorajului la ieșire, la un debit constant Q , se poate obține un jet cu o mai mare energie cinetică și implicit de o eficacitate mai mare.

Din diagrama reprezentată în figura 4.1 rezultă că majorarea presiunii jetului și micșorarea secțiunii ajutorajului reduce substanțial consumul de apă.

Spălarea manuală a autovehiculelor se poate efectua cu ajutorul capului de spălare racordat prin furtun la rețeaua de apă (la presiunea de $2\text{—}3 \text{ daN/cm}^2$) sau la instalația de spălare care realizează o presiune pînă la $15\text{—}20 \text{ daN/cm}^2$. Adoptarea instalațiilor de spălare cu pompe de înaltă presiune contribuie la îmbunătățirea calității spălării și la economia de apă (tab. 4.1).

Costul apei reprezentînd aproximativ $80\text{—}85\%$ din suma cheltuielilor pentru spălare, este foarte indicat a se utiliza instalații care, pe lîngă o serie de calități tehnice superioare, realizează și o economie mare la consumul de apă.

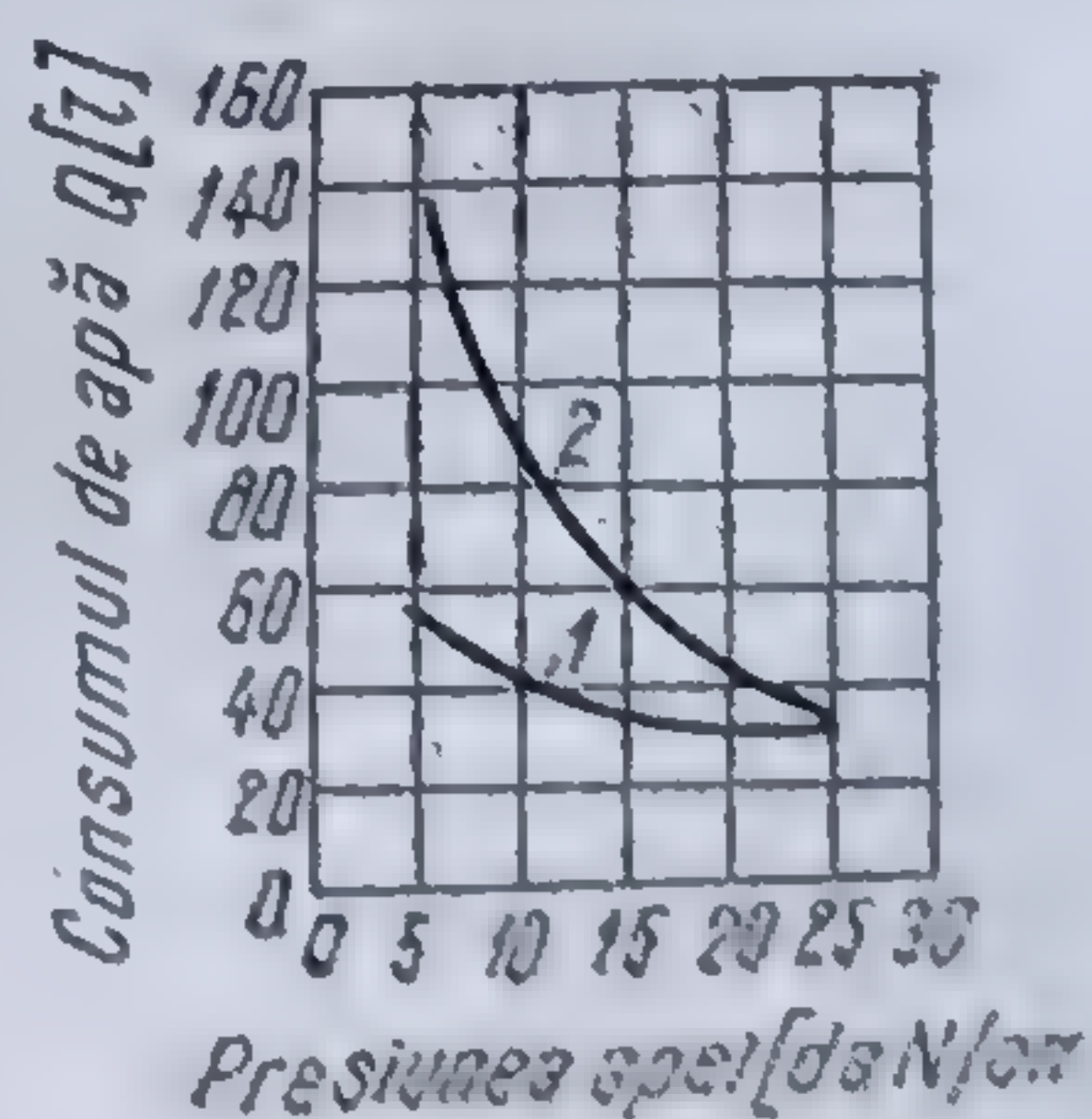


Fig. 4.1. Diagrama variației consumului de apă în funcție de secțiunea ajutorajului și de presiunea jetului pentru spălarea suprafeței de 1 m^2 acoperit în mod uniform cu 2 kg argilă:

1 — pentru ajutoraj cu $\varnothing = 2,5 \text{ mm}$;
2 — pentru ajutoraj cu $\varnothing = 3,5 \text{ mm}$.

Tabelul 4.1

Consumul de apă la spălarea manuală a automobilelor

Tipul automobilului	Consumul de apă la spălare [în l]	
	la presiune ridicată	la presiune joasă
Autocamioane	400—500	800—1 000
Autoturisme	250—300	450— 550
Autobuze	500—600	750— 900
Remorci cu două punți	100—150	200— 250

Observație: prima cifră — consumul de apă la spălarea automobilelor în timpul verii și iernii, a doua — toamna și primăvara

Instalația pentru spălare manuală este compusă din: pompă (cu piston sau centrifugă), motor electric, furtun de cauciuc, capete de pulverizare și conductele de legătură necesare.

Pompele cu piston sînt mai puțin folosite datorită gabaritului și greutății lor, precum și a necesității unei întrețineri și reparații mai costisitoare față de pompele centrifuge.

Pompele centrifuge pot realiza debite mari, la o presiune uniformă, dar la o valoare mai mică decît pompele cu piston. Aceste pompe sînt de obicei cu canale laterale și cu 3...6 etaje.

În scopul obținerii unui jet variabil de apă, ca formă și presiune, capetele de spălare vor fi dotate cu pulverizatoare (fig. 4.2).

Pulverizatorul este format din corpul de aluminiu 10, în care este presată bușca 6, prevăzută cu șase canale exterioare, longitudinale și cu un orificiu central filetat. În acest orificiu se înșurubează șurubul 5, avînd în regiunea secțiunii $x-x$ un capăt cilindric, care intră în orificiul 8, din partea frontală a corpului pulverizatorului. Acest capăt cilindric are un orificiu axial, ce comunică cu exteriorul prin patru orificii longitudinale înclinate 11. Pe partea opusă, șurubul are un orificiu axial adînc, la fundul căruia sînt prevăzute patru găuri radiale 9. În capătul exterior șurubul este filetat pentru fixarea armăturii 1 a furtunului.

Apa venind din furtun, trece prin orificiile 9, prin canalele exterioare ale bușei 6, prin orificiul 8, și iese prin ajutorul 7, ca un jet concentrat. Rotind corpul 10, în sensul acelor de ceasornic, capătul cilindric din secțiunea $x-x$ a șurubului intră în orificiul 8. În această situație, apa care iese prin ajutorul 7, trece prin orificiile înclinate 11, ale capătului cilindric al șurubului 5, căpătînd o mișcare de rotație. Jetul începe să fie pulverizat cu atît mai mult cu cît capătul șurubului intră în

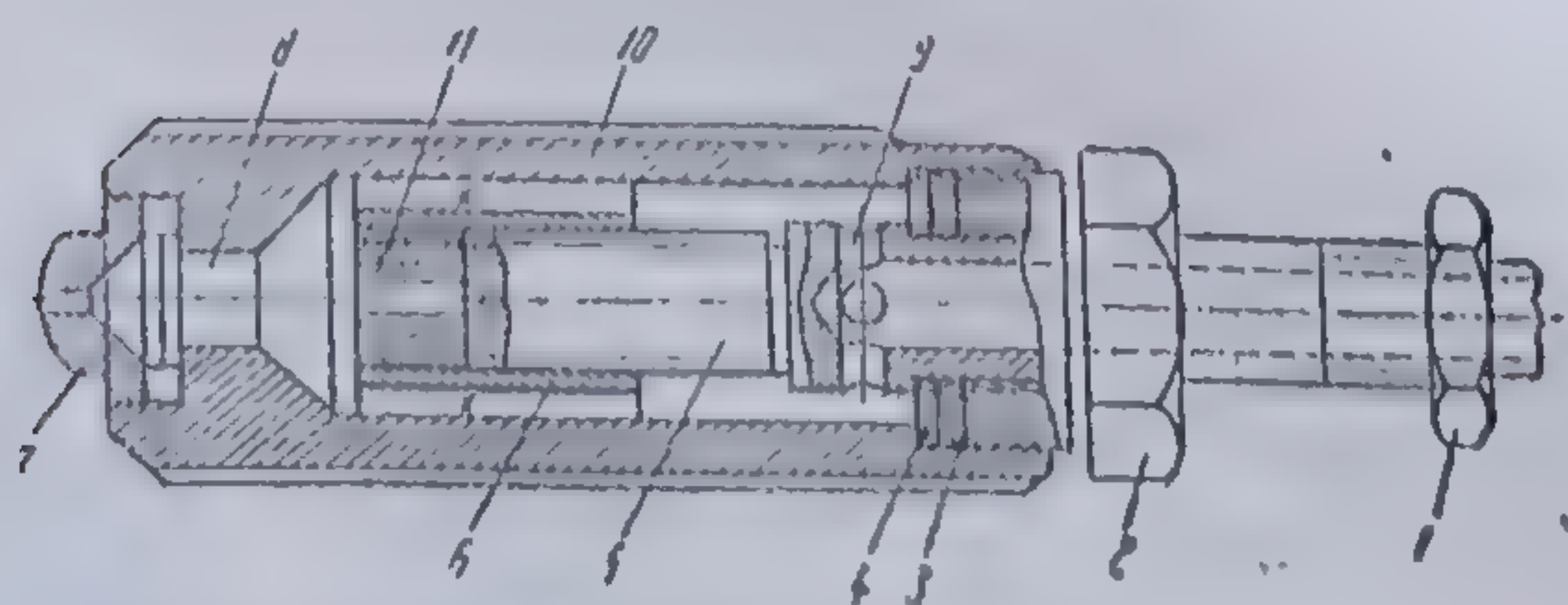


Fig. 4.2. Pulverizator.

orificiul 8, și secțiunile orificiilor 11, se micșorează, ceea ce are ca urmare creșterea vitezei de rotație a apei. Înșurubînd mai departe corpul 10, la capătul cursei, șurubul 5 atinge corpul 10, în zona orificiului 8 și apa iese numai prin orificiile 11,

spre ajutorul 7. Acest pulverizator oferă deci, prin rotirea corpului 10, diferite forme de jeturi, de la o pulverizare fină pînă la un jet concentrat, de pumnal. Pulverizatorul este dotat cu trei mărimi de ajutaje, avînd diametrul orificiilor de 4,5; 5 și 5,5 mm. Etanșarea este realizată de garnitura 3, strînsă între rondeaua 4, și șurubul 2.

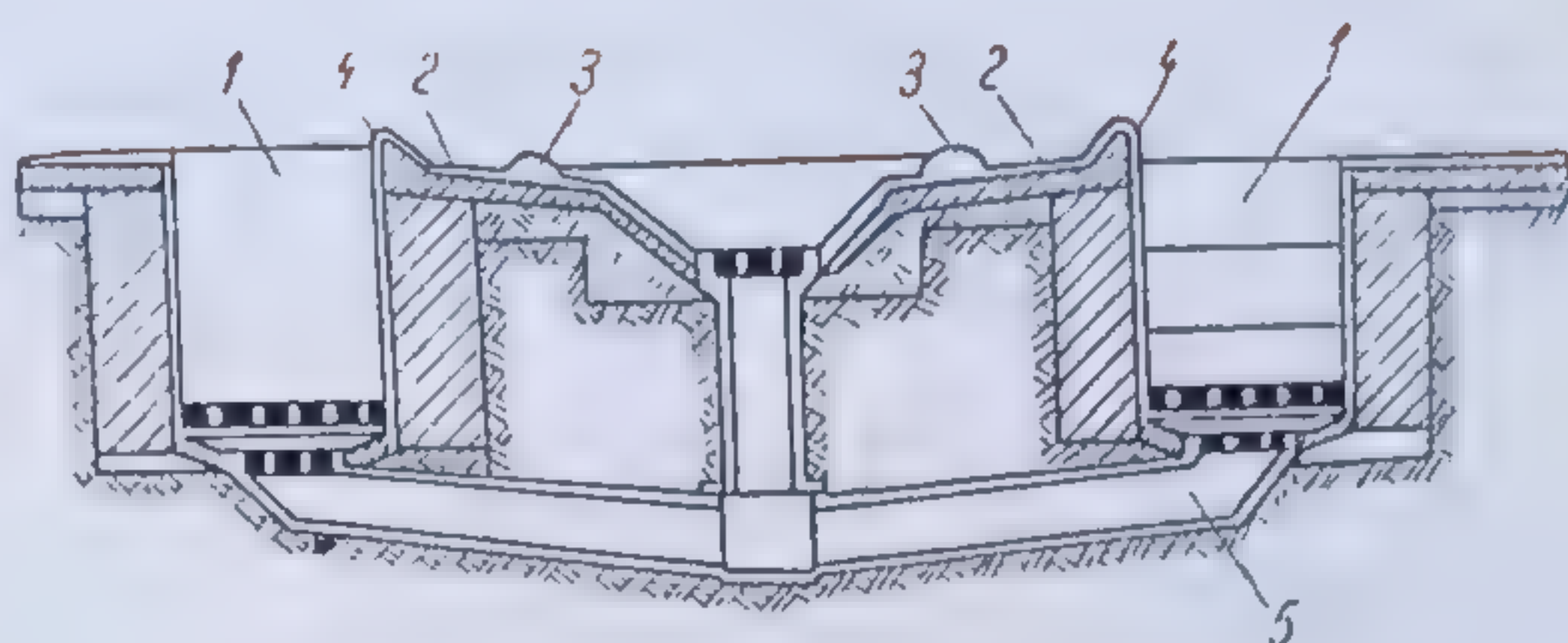


Fig. 4.3. Canal de spălare :

1 — canale ; 2 — suprafețele de rulare ale roților ; 3 — bordurile interioare ; 4 — bordurile exterioare ; 5 — canal pentru colectarea apelor murdare.

Partea importantă a utilajului de spălare manuală este instalația care asigură accesul comod la automobil, pentru spălarea părților lui inferioare și superioare și constă din rampe sau canale de spălare (fig. 4.3).

În afară de aceasta, pentru spălarea autocamioanelor care au un acces mai limitat către părțile inferioare, se amenajează suprafețe pentru spălare (piațete) prevăzute cu dispozitive de ridicare hidraulice.

Canalele și piațetele destinate spălării automobilelor trebuie să aibă platforme de spălare impermeabile, cu înclinare de $2 \dots 3^\circ$ către canalul destinat scurgerii apei murdare. Dimensiunile suprafeței trebuie să depășească dimensiunile de gabarit ale automobilului deservit cu $1,25 \dots 1,5$ m.

Două posturi de spălare care sînt instalate unul lîngă altul trebuie despărțite printr-un perete impermeabil.

Pentru evitarea derapării automobilelor, atît rampele cît și canalele, sînt prevăzute cu bordurile interioare 3 și exterioare 4. Panta de urcare pe rampe este de maximum 25%, iar înălțimea rampei sau adîncimea canalelor laterale 1, de $0,6 \text{—} 0,7$ m. Lățimea suprafețelor de rulare 2, este de două ori lățimea pneurilor simple, sau lățimea pneurilor duble, plus circa 15 cm.

Apa utilizată pentru spălarea automobilelor trebuie să fie curată și să nu conțină particule de impurități în suspensie. Din această cauză, la spălarea autoturismelor și a autobuzelor, care au suprafețe lustruite, nu se recomandă utilizarea apei prin recirculare.

Pentru spălarea autocamioanelor se poate utiliza apa recirculată cu condiția ca aceasta să fie curățată de nisip, ulei și alte impurități.

Diferența dintre temperatura apei de spălare și a părților vopsite ale caroseriei nu trebuie să fie mai mare de 15°C , în caz contrar, datorită dilatației neuniforme a tablei și peliculei de vopsea, se va produce desprinderea acesteia din urmă; de aceea nu se recomandă spălarea automobilelor iarna cu apă caldă.

În vederea realizării unei economii de timp, stațiile de spălare pot fi mecanizate, fiind dotate cu instalații începînd de la cele mai simple, formate din 2—3 cadre cu jeturi fixe, pînă la o instalație complet automatizată, care realizează spălarea automobilului cu perii automate și uscarea prin suflare cu aer cald.

Date fiind mărimea și forma diferită a automobilelor, aspectul diferit al suprafețelor care trebuie spălate și gradul de curățire necesar de obținut, instalațiile de spălare se împart în trei grupe și anume:

- instalații pentru spălarea autoturismelor;
- instalații pentru spălarea autobuzelor;
- instalații pentru spălarea autocamioanelor.

Din punctul de vedere al modului în care se realizează spălarea, instalațiile sînt:

- cu jeturi de apă (care pot fi fixe sau oscilante);
- cu perii.

Spălarea părții de dedesubt a tuturor automobilelor se realizează în mod exclusiv cu jeturi puternice de apă (preferabil oscilante). Părțile laterale și partea superioară se spală cu jeturi oscilante la autocamioane și cu perii rotative la autoturisme și autobuze.

Din punctul de vedere al mișcării relative dintre instalație și automobil, soluțiile care se pot adopta sînt:

- instalație fixă, la care se deplasează automobilul;
- automobilul fix, instalația deplasîndu-se de-a lungul lui.

Deplasarea automobilului poate fi realizată:

- cu motor propriu;
- cu conveier,

iar spălarea se poate realiza:

- printr-o singură trecere a automobilului prin instalația de spălare;

- prin treceri succesive ale automobilului prin instalația de spălare.

În scopul măririi productivității și al îmbunătățirii lucrărilor de spălare în autobaze, sau în stațiile de întreținere și service, se utilizează instalații automate de spălare. Aceste instalații au construcția adecvată pentru spălarea autoturismelor, a autobuzelor și autocamioanelor.

Pentru spălarea autoturismelor se utilizează stații de spălare tip portal semiautomate (fig. 4.4) sau automate (fig. 4.5).

Spălarea este asigurată cu ajutorul a cinci colectoare de pulverizare, avînd fiecare cîte patru pulverizatoare. Unul din colectoare este amplasat în partea inferioară a cadrului portal, pentru spălarea părții de dedesubt a caroseriei. În timpul spălării, colectoarele se rotesc sub acțiunea forței dată de jeturile de apă la ieșirea din pulverizatoare. Cadrul portal este suspendat pe șină prin intermediul unor role, putînd fi manevrat

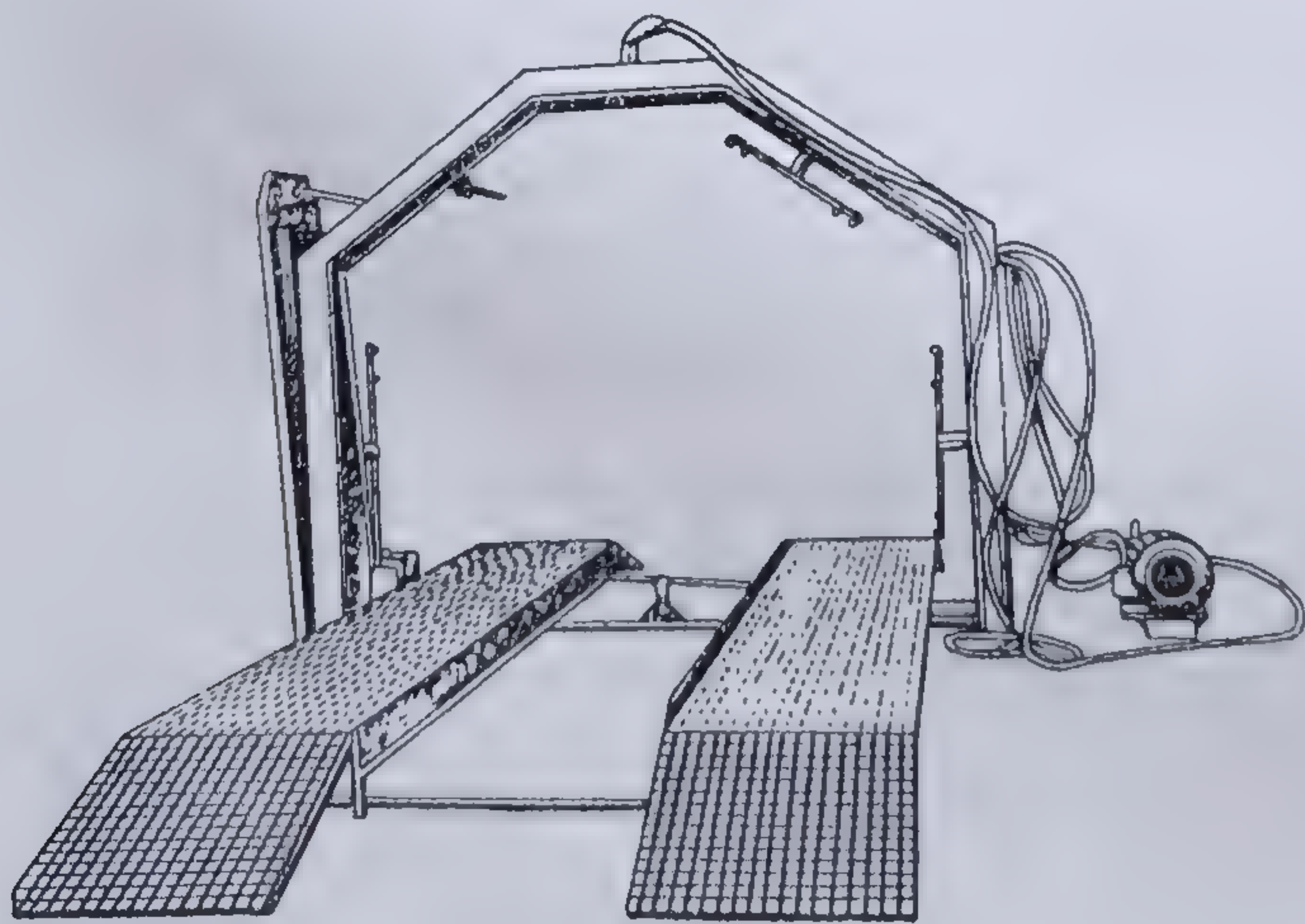


Fig. 4.4. Stație de spălare de tip portal Funo-Tunel (R.P. Polonă).

manual (autovehiculul este imobilizat). Acoperirea caroseriei cu detergenți sau soluții de spălare se realizează cu un pistol cu aer comprimat. Uscarea se realizează tot cu pistolul cu aer comprimat. Performanțele acestei instalații de spălare sînt următoarele:

— presiunea livrată de pompa centrifugă de apă de 20 daN/cm^2 , presiunea aerului $8\text{--}10 \text{ daN/cm}^2$, consumul de apă pentru o spălare 200 l , volumul rezervorului de soluție detergentă 40 l și timpul de spălare a unui autoturism $12\text{--}15 \text{ min}$.

Instalația de spălare automată (fig. 4.5) se compune din conveierul cu plăci 1, instalația cu perii 3, instalația 4, pentru spălare sub aripi (bureți), instalația 5, pentru spălarea părții inferioare a autoturismului, instalația 2 pentru uscare.

Transportorul cu plăci este acționat de un motor electric care poate deplasa autoturismul cu diferite viteze între limitele $1,5\text{--}9 \text{ m/min}$.

Schema de funcționare a periilor jumelate, pentru spălarea părții frontale și a spatelui autovehiculului, este redată în figura 4.6.

Unghiul dintre periile jumelate se reglează cu ajutorul unui limitator. Fiecare pereche de perii este acționată de un motor electric printr-o curea trapezoidală. Turația periilor este de 120 rot/min . Periile spală părțile laterale, spate și față ale caroseriei și capacele roților.

Spălarea porțiunii de sub aripă se realizează cu țevi oscilante montate deasupra transportoarelor. Diametrul orificiilor pulverizatoarelor este de $2,5 \text{ mm}$, iar apa are o presiune de 15 daN/cm^2 (la nivelul injectoarelor). În anotimpul rece, pompa poate fi alimentată și cu apă caldă.

Instalația pentru uscare, prin suflare cu aer rece a automobilelor spălate, se compune din țevi și ventilatoare montate pe o carcasă prevăzută cu ajutaje scurte pentru dirijarea curentului de aer.

Tehnologia de spălare constă din fazele:

— uscarea automobilului pe conveier și oprirea lui la semnalul semaforului, acesta reglînd automat distanța între autovehicule ($2\text{--}3 \text{ m}$);

— cuplarea mecanismului instalației cu perii 3 și deschiderea supapelor care lasă să treacă apa la distribuitoare și la instalațiile pentru spălarea părții inferioare. Aceasta se realizează în timp ce automobilul deplasîndu-se cu transportorul intersectează fasciculul luminos al proiecteurului 6 (fig. 4.5) care luminează celula fotoelectrică 7;

— începerea spălării propriu-zise pe măsura trecerii automobilului pe lîngă instalațiile pentru spălare și pe lîngă instalația cu perii;

— încetarea debitării apei și rotirii periilor care duce la: uscarea automobilului, instalația de uscare punîndu-se în funcțiune automat, tot prin fotocelulă, în momentul încetării rotirii periilor și debitării apei.

Spălarea unui autoturism durează $1,5\text{--}2 \text{ min}$, stația avînd o capacitate de spălare de $30\text{--}45$ autoturisme pe oră.

Spălarea mecanizată a autocamioanelor se realizează utilizînd cadre portal fixe și duze oscilante, autovehiculul fiind transportat pe conveier (fig. 4.7).

Cadrul 1, are 13 duze pentru spălarea părților laterale montate pe țevile oscilante 2, sub un unghi de 90° și duze montate pe cadrul oscilant 9, pentru spălarea părții de sub șasiu. Partea superioară a autocamionului se spală cu 21 duze fixe 8, montate pe trei țevi transversale.

Orificiul duzelor are secțiune dreptunghiulară, asigurînd un jet sub formă de evantai. Oscilațiile țevelor cu duze, montate la conducta de alimentare 11, prin tuburile flexibile 10, sînt date de motorul electric cu

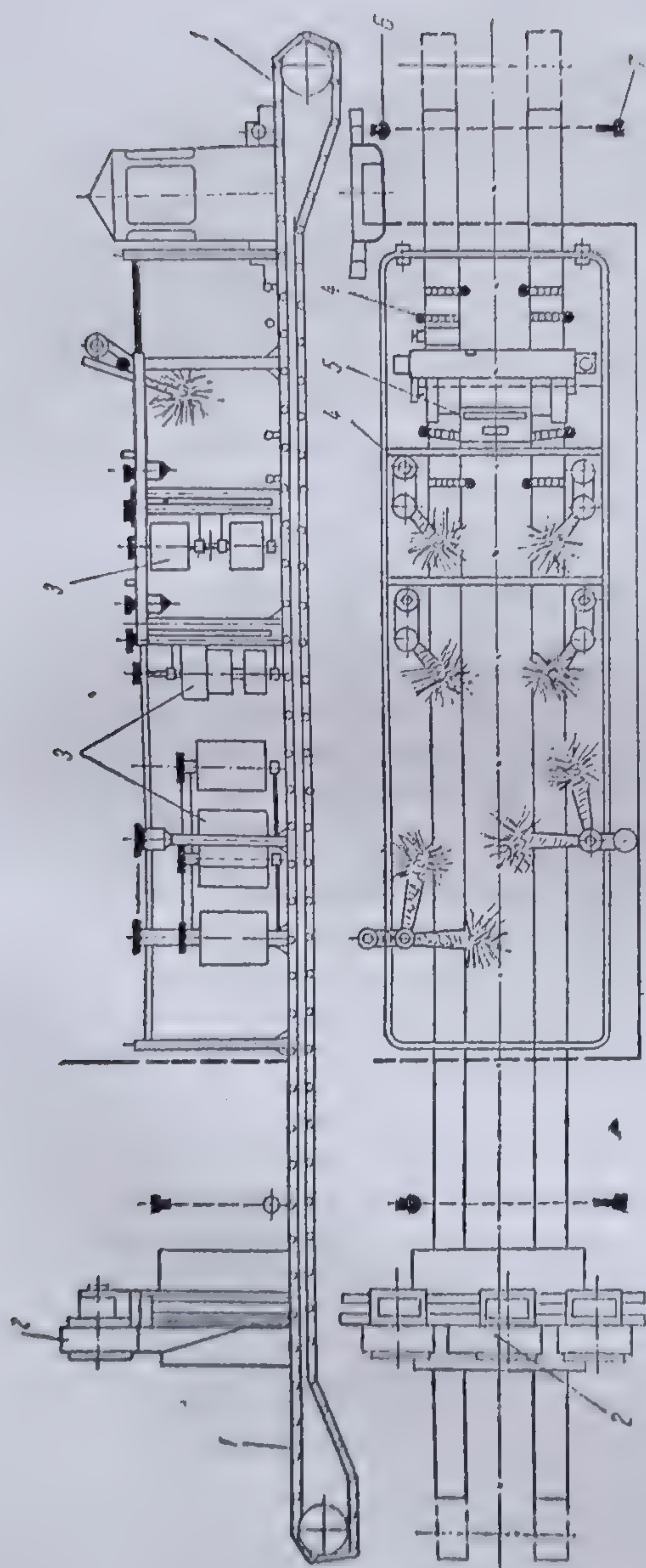


Fig. 4.5. Instalatie de spalare automata pentru autoturisme.

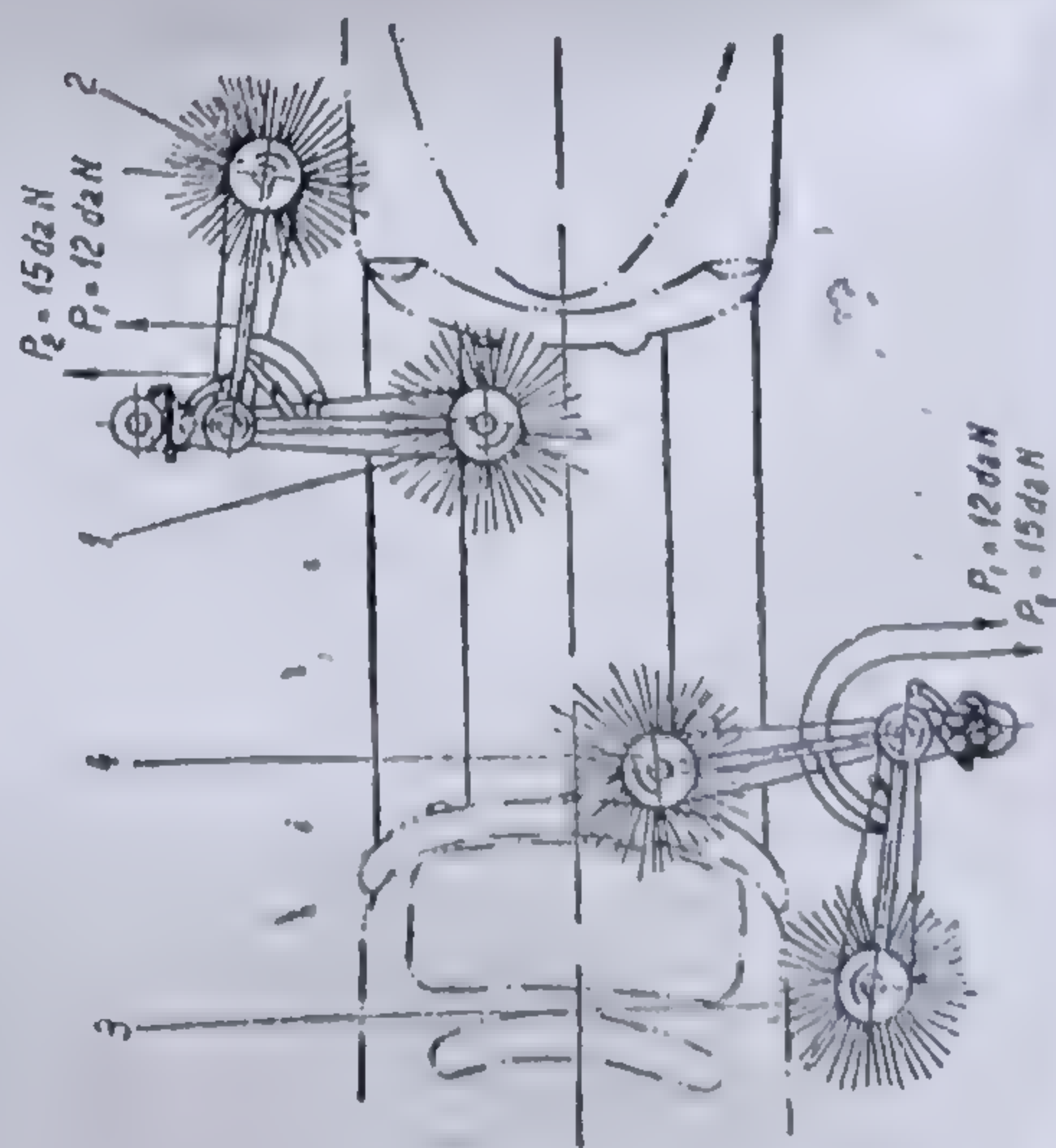


Fig. 4.6. Schema de functionare a perilor instalatiei din figura 4.5.

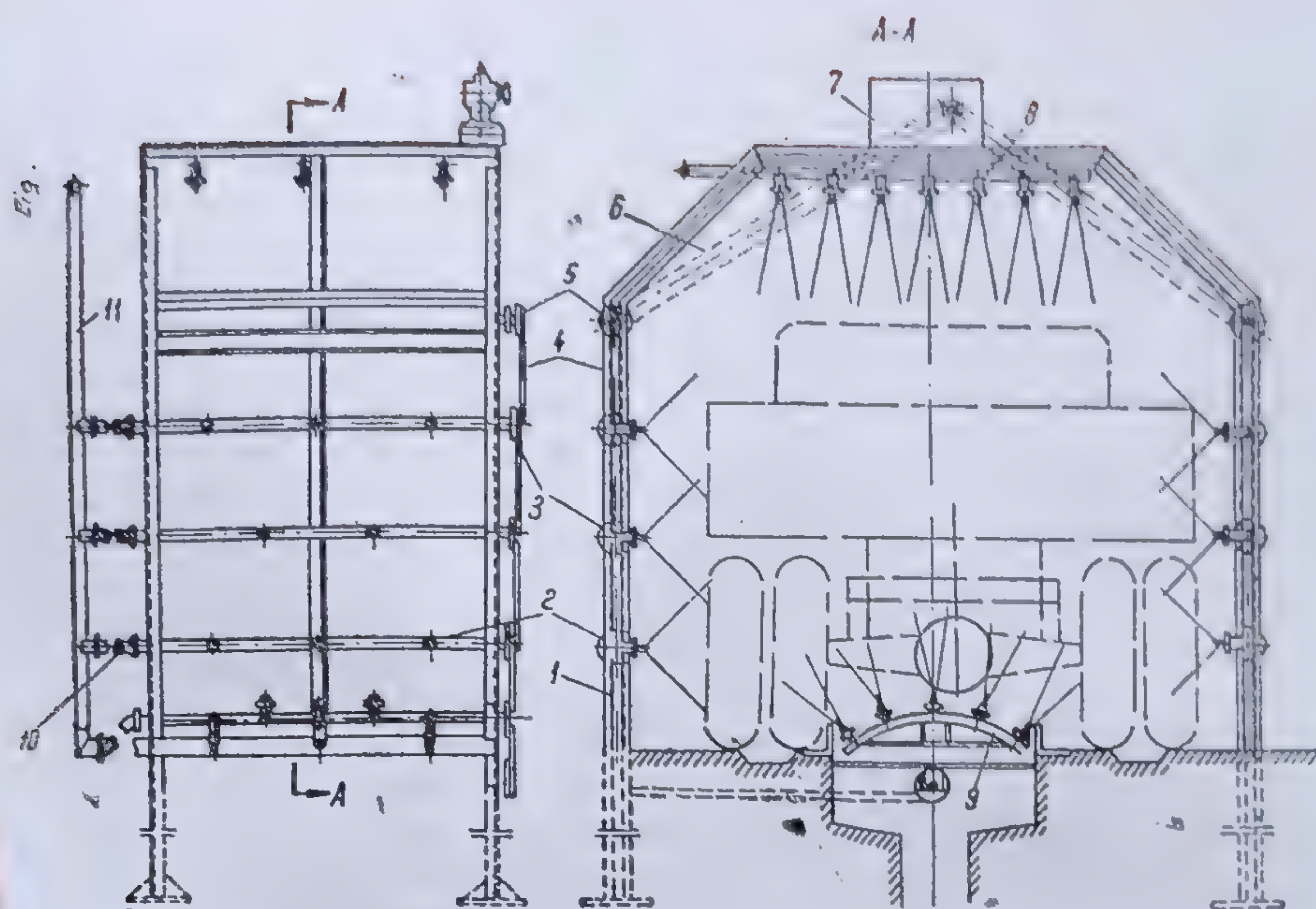


Fig. 4.7. Instalație pentru spălarea autocamioanelor.

reductorul 7, prin transmisia cu lanț 6, și apoi prin discurile cu manivelă 5, prin discurile oscilante 3 și bilele 4.

Instalația este alimentată de o pompă centrifugă cu debitul de $65 \text{ m}^3/\text{h}$, la o presiune de 10 daN/cm^2 . Durata unei spălări este de 3 min.

Controlul stării tehnice generale a automobilelor. Menținerea performanțelor dinamice și economice ale motoarelor se poate realiza prin diagnosticarea periodică a stării tehnice și efectuarea reglajelor necesare. La motoarele cu aprindere prin scînteie mai ales, concomitent cu starea tehnică a mecanismului motor, se impune testarea și reglarea echipamentului electric de aprindere (mai mult de 50% din totalul defecțiunilor se produc la instalația de aprindere).

În vederea diagnosticării motoarelor și în special a instalației de aprindere, se utilizează o instalație denumită *tester electronic*, care reunește de regulă următoarele aparate:

- osciloscop catodic;
- stroboscop pentru determinarea unghiului de avans la aprindere;
- dispozitiv electronic pentru întreruperea succesivă a funcționării cilindrilor (necesar în scopul determinării diferențelor de putere între aceștia);
- analizor de gaze de evacuare;
- turometru electronic;
- manovacuumetru;
- dispozitiv pentru măsurarea unghiului de închidere-deschidere al contactelor (unghiul Dwell);
- voltmetru și ohmetru pentru verificarea circuitelor de încărcare și aprindere;
- pneumometru, aparat pentru determinarea pierderilor de încărcătură prin neetanșeitățile grupului piston-cilindru.

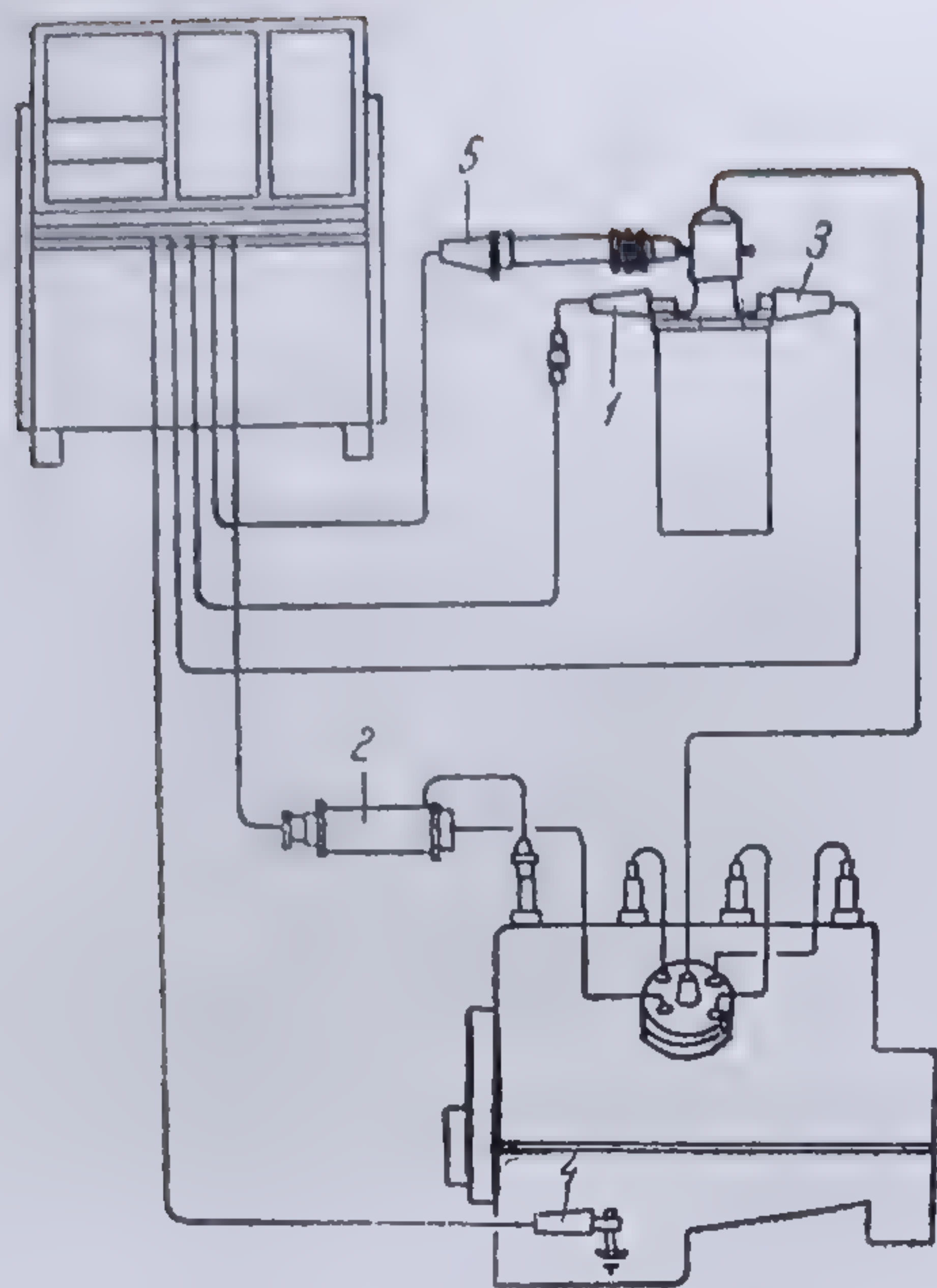


Fig. 4.8. Legarea testerului la motor.

Unele din aparatele testerului pot fi întâlnite și ca instalații singulare (aparatură pentru măsurarea unghiului de avans la aprindere, pneumometrul etc.).

Un tester global se brânșează la motor (fig. 4.8) în următoarele puncte: conductorul 4, la masă, conductorul 2, pentru osciloscop, stroboscop, dispozitiv de sincronizare, turometru, conductorul 1, pentru circuitul primar, conductorul 5, pentru circuitul secundar și conductorul 3, pentru voltampermetru. În afară de acestea se brânșează tuburile manovacuometrice, analizorul de gaze și al aparatului pentru determinarea etanșeității cilindrilor.

Alimentarea testerelor se face de la rețea un curent alternativ monofazic. Cele mai cunoscute firme constructoare de testere electronice pentru motoare cu aprindere prin scînteie sînt: Pall-Elkov (R. P. Ungară), Bosch (R. F. Germania), Sun (Japonia).

Deoarece osciloscopul catodic și stroboscopul, principalele aparate ale testerului sînt comune tuturor tipurilor constructive, acestea se vor prezenta în detaliu.

Osciloscopul catodic (fig. 4.9) . Tubul catodic este legat la instalația de aprindere a motorului de diagnosticat, împreună cu instalațiile anexe (blocuri de baleiaj, etaj de sincronizare, amplificator de baleiaj).

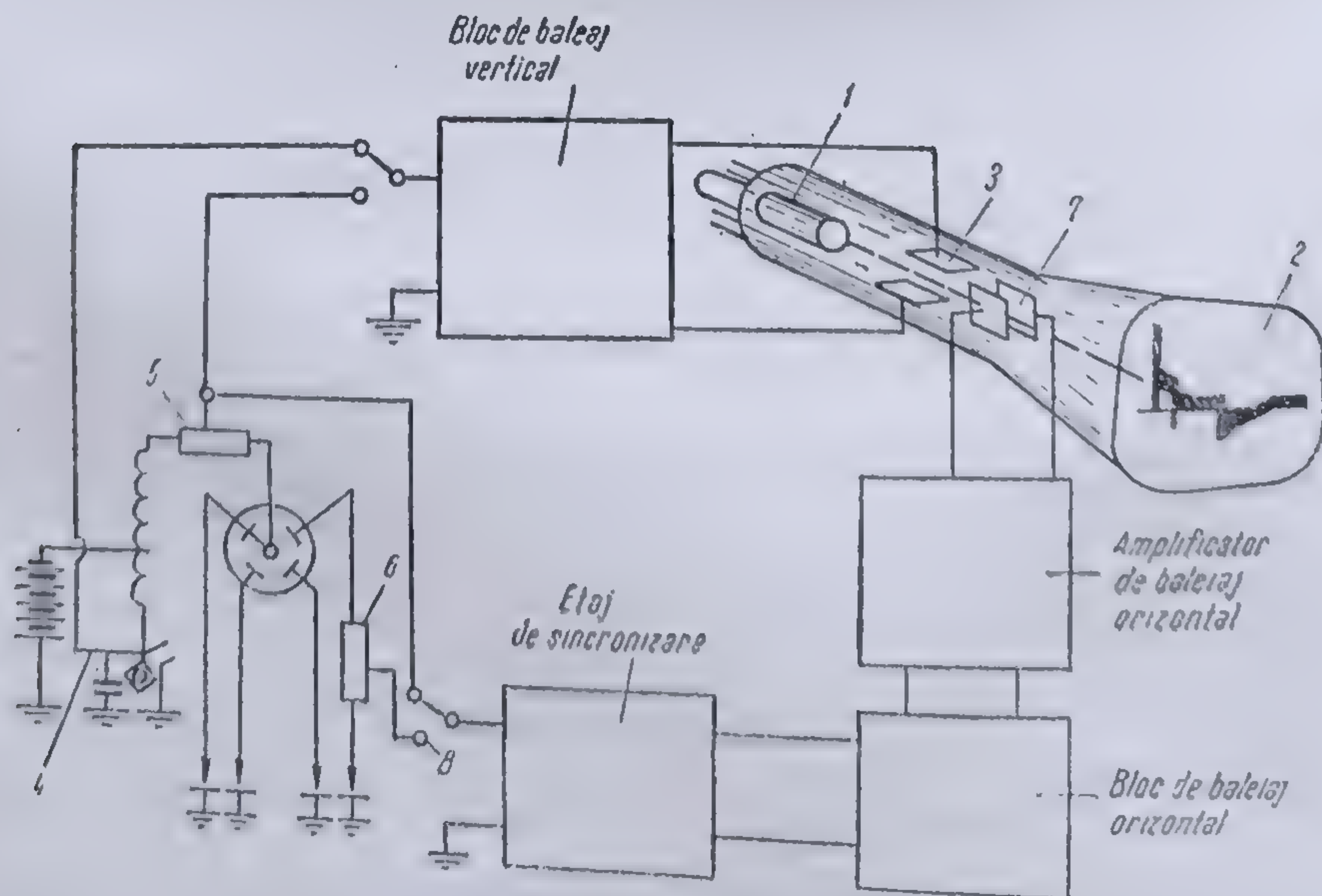


Fig. 4.9. Legarea tubului catodic la instalația de aprindere a motorului.

Fasciculul de electroni emis de tubul electronic 1, este focalizat și dirijat către ecranul fluorescent 2, pe care se va forma punctul luminos.

Tensiunea primară, sau secundară, se aplică la plăcile de baleiaj 3, verticale, care vor devia fasciculul electronic pe verticală, proporțional cu mărimea semnalului.



Fig. 4.10. Imaginea serie de pe ecranul tubului catodic.

Tensiunea primară a instalației de aprindere a motorului se aplică în circuitul de baleiaj vertical, prin conductorul bransat la borna 4, a ruptorului distribuitor, iar tensiunea secundară, prin conductoarele legate prin intermediul traductorului 5, al testerului, care se leagă la fișa centrală a bobinei de inducție.

Comutatorul blocului de baleiaj vertical, permite fie verificarea tensiunii primare, fie a tensiunii secundare. Semnalul de tensiune astfel obținut ar forma pe ecran numai o linie verticală. Pentru obținerea diagramei de tensiune, în funcție de timp, trebuie deplasat fasciculul în perioada unui ciclu complet pe orizontală (pentru motoarele în patru timpi la două rotații ale arborelui motor, și pentru motoarele în doi timpi la o singură rotație). În acest scop, la plăcile de baleiaj 7, se va aplica o tensiune lineară. Sincronizarea baleiajului orizontal cu funcționarea motorului se realizează prin semnalul preluat de la traductorul 6, care este conectat în serie cu fișa cilindrului I, sau la traductorul 5, în funcție de poziția comutatorului dinaintea etajului de sincronizare. Dacă sincronizarea se realizează cu ajutorul traductorului conectat în serie la fișa cilindrului I, atunci pe ecran se obțin semnale de tensiune ale tuturor cilindrilor, în conformitate cu ordinea de aprindere (imaginea serie, fig. 4.10).

Dacă se comută preluarea semnalului de baleiaj orizontal, prin comutatorul 8, de la traductorul 6 (de pe fișa centrală), se mărește frecvența baleiajului și se obține suprapunerea curbelor de variație a tensiunii emise în concordanță cu ordinea de aprindere a motorului putându-se astfel observa mai precis diferențele de tensiune.

Stroboscopul. Impulsul de înaltă tensiune, obținut în secundarul bobinei dispozitivului stroboscopic, în momentul producerii scintei electrice în cilindru, aprinde lampa stroboscopică. Aprinderea lămpii permite vizualizarea reperului mobil și a celui fix care se găsește pe volanul sau pe frunza arborelui motor (fig. 4.11).

Cu ajutorul unui potențiometrul se poate obține suprapunerea virtuală a celor două repere și în acest caz impulsul obținut, după ce este integrat, provoacă devierea acului unui galvanometru, care are scală etalonată în mărimi ale unghiului de avans la aprindere. Pe această scală se poate citi unghiul inițial de avans precum și avansul total realizat la turații ridicate ale arborelui motor.

Principalele determinări care se pot realiza cu ajutorul testerelor electronice. Pe instalația electronică de testare se pot efectua următoarele operații de verificare și control:

— unghiurile corespunzătoare deschiderii și închiderii contactelor pentru fiecare cilindru;

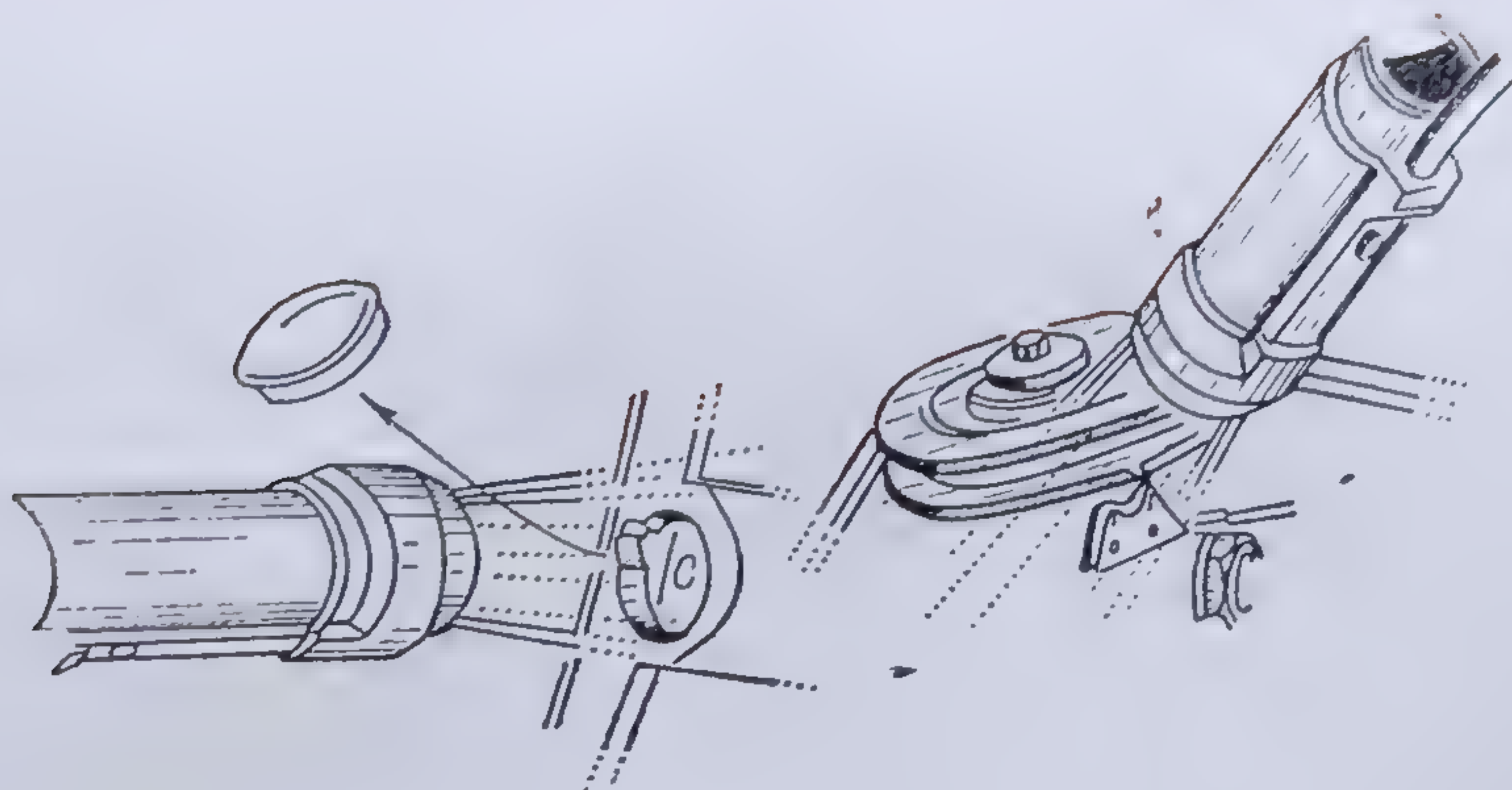


Fig. 4.11. Vizualizarea reperului mobil și al celui fix cu lampa stroboscopică.

- avansul la declanșarea scînteii și diferența unghiurilor de avans între cilindri, la diferite regimuri de sarcină și turație ale motorului;
- starea contactelor ruptorului și distanța dintre acestea;
- starea condensatorului;
- starea înfășurării primare a bobinei de inducție;
- defecțiunile din circuitul primar;
- starea arcului care comandă contactul mobil al ruptorului;
- corectitudinea conectării polilor circuitului primar;
- starea înfășurării secundare a bobinei de inducție și existența scurtcircuitelor între spire;
- defectarea izolației circuitului secundar;
- tensiunea maximă produsă de bobina de inducție în sarcină și în gol;
- starea bobinei de inducție;
- defecțiunile fișelor bujiilor;
- existența întreruperilor și a contactelor defectuoase ale circuitului secundar;
- calitatea amestecului carburant;
- starea de uzură a grupului piston-cilindru;
- etanșeitatea supapelor;
- depresiunea din galeria de admisie, la pompa de combustibil și la regulatorul de avans al ruptorului distribuitor.

Analiza stării funcționale a sistemului de aprindere. La un regim de lucru al motorului, oarecare, în cazul funcționării normale a instalației de aprindere, caracterul proceselor care se produc în sistem nu se modifică. La baza diagnosticării stării funcționale a echipamentului electric de aprindere stă variația tensiunii primare și secundare în funcție de timp, respectiv abaterile de la forma normală (corectă) a imaginii variației în timp a tensiunilor primare (fig. 4.12) și secundare (fig. 4.13).

Semnalul apare la deschiderea contactelor punctul *A*, și ajunge la amplitudinea maximă U_0 . La deschiderea contactelor, tensiunea de autoinducție U_0 și energia remanentă în circuitul primar, devenit acum un circuit oscilant, determină o serie de oscilații *B*. Aceste oscilații de tensiune sînt plasate deasupra liniei zero, deoarece se însumează cu tensiunea U , care se produce în circuitul secundar ca urmare a ionizării ga-

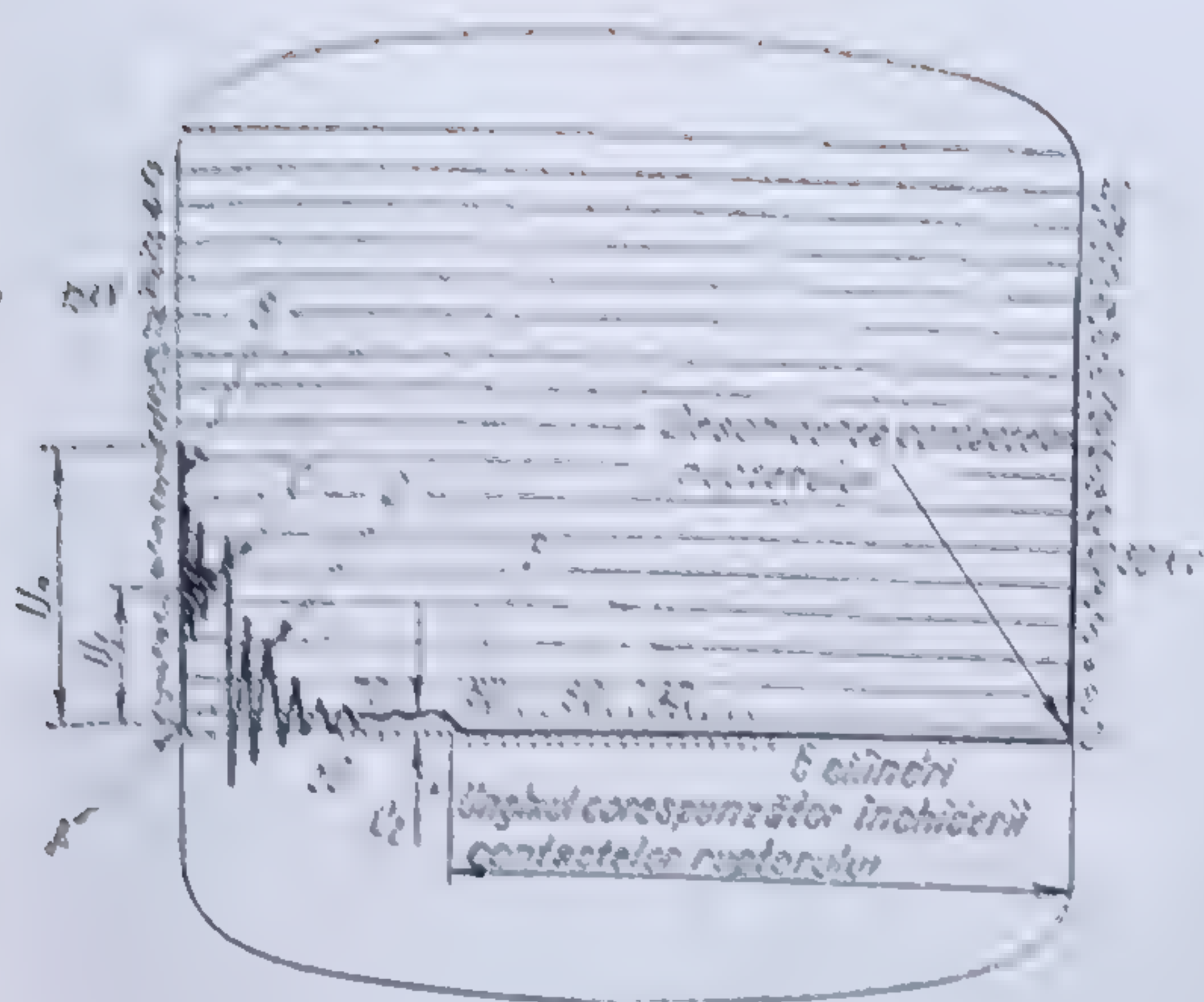


Fig. 4.12. Imaginea variației de tensiune primară.

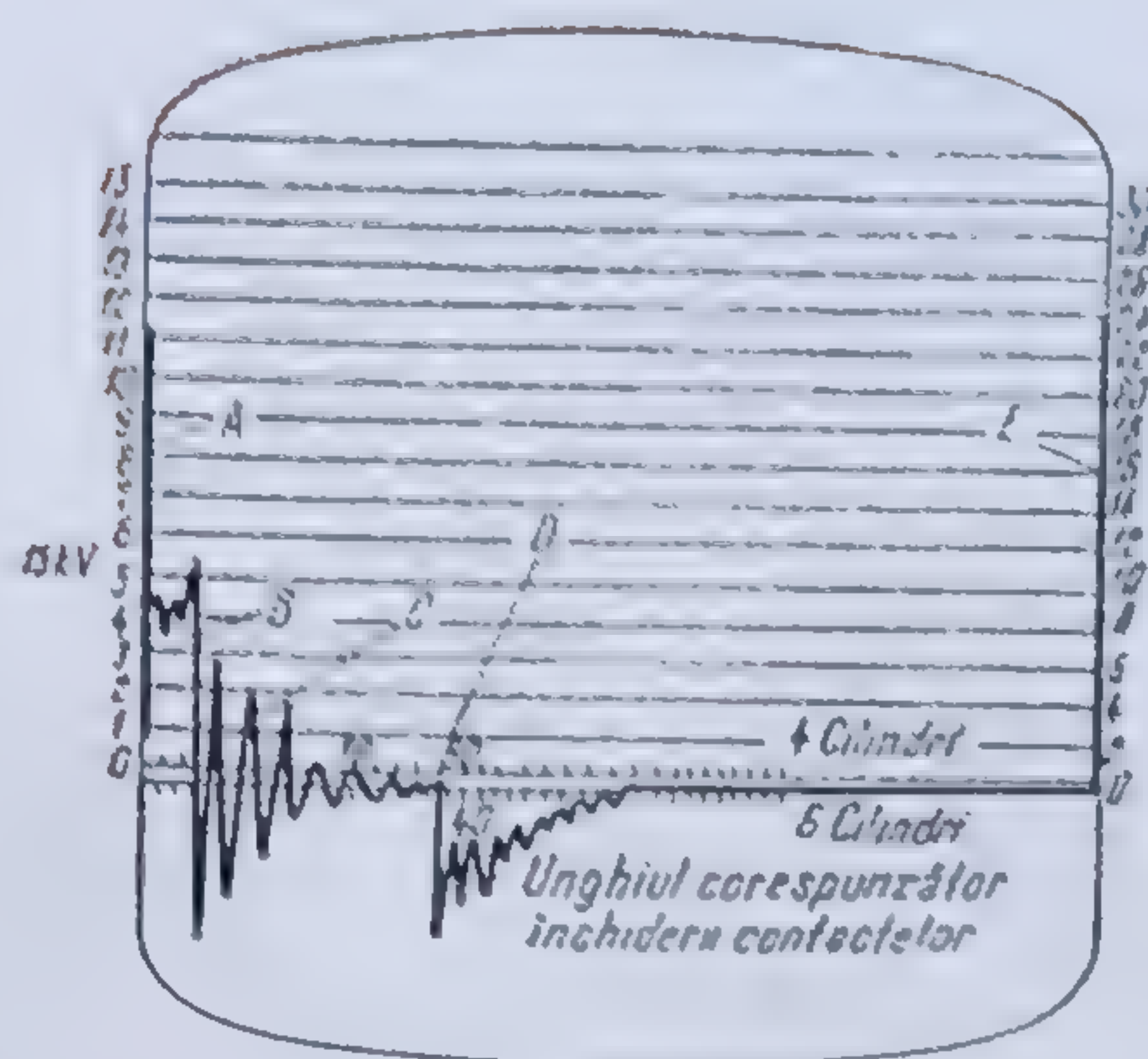


Fig. 4.13. Imaginea variației tensiunii secundare.

zilor între electrozii bujiei. Oscilațiile amortizate *B*, se mențin pe toată durata stabilirii arcului între electrozii bujiei. În momentul întreruperii arcului, se produce o cădere bruscă a tensiunii primare zona *C*. Această cădere a tensiunii este urmată de oscilații amortizate datorită bobinei și condensatorului zona *D*. În continuare, semnalul tensiunii primare devine o linie continuă având valoarea corespunzătoare tensiunii la bornele bateriei de acumulare U_2 . În momentul închiderii contactelor, tensiunea la condensator, aleasă ca reprezentativă pentru circuitul primar, are valoarea zero pe toată durata închiderii contactelor, începînd din punctul *E*. Cu ajutorul gradațiilor de pe scală, în intervalul dintre două aprinderi, se poate determina valoarea unghiului Dwell (unghiul pe camă al contactului închis).

La variația în timp a *tensiunii secundare*, în momentul deschiderii contactelor, se produce o creștere accentuată a tensiunii secundare *A* (fig. 4.13) care ușurează ionizarea gazelor și străpungerea mediului dielectric dintre electrozii bujiei.

După ionizarea gazelor dintre electrozii bujiei, crescînd conductibilitatea mediului, scade tensiunea menținîndu-se la nivelul necesar întreținerii arcului electric *B*. Oscilația tensiunii în această zonă, oscilație de mică amplitudine, este o consecință a oscilațiilor tensiunii primare. După stingerea arcului, la capătul zonei *B—C*, apar o serie de oscilații amortizate, zona *D*, ca urmare a energiei remanente din bobină și condensator, care se datoresc tot circuitului primar.

Punctul *D*, marchează închiderea contactelor cînd, datorită tensiunii de autoinducție, se produce o modificare bruscă a semnalului de tensiune care schimbă de semn. După o serie de oscilații amortizate, tensiunea scade la zero. Pînă la o nouă deschidere a contactelor, semnalul de tensiune nu va trebui să aibă perturbații.

Stand pentru testări dinamice ale automobilului. Standurile pentru încercarea dinamică a automobilelor permit diagnosticarea stării tehnice generale a motorului, a transmisiei și deci a performanțelor dinamice ale automobilului.

În general, cu ajutorul acestor standuri se poate determina: puterea motorului, consumul de combustibil, starea tehnică a ambreiajului (uzuri, reglaje, demarajul automobilului, apariția zgomotelor anormale în angrenajele transmisiei, emisiile poluante, reglajul frinelor și forțelor de frinare pe roți).

Înainte de efectuarea operațiilor de diagnosticare se efectuează o serie de lucrări pregătitoare:

- se introduce automobilul cu roțile motoare pe rolele standului;
- se fixează automobilul împotriva deplasărilor laterale;
- se racordează tuometrul electric la motor;
- se racordează furtunurile de legătură ale standului la pompa de benzină și la carburatorul motorului;
- se plasează suflanta în poziție corespunzătoare unei bune răcirii a motorului;
- se montează furtunul metalic pentru captarea gazelor de evacuare;
- se aduce motorul la regim termic normal.

Un astfel de stand de testare este standul Müller BEM-2626. Standul se compune dintr-un cadru fixat în sol, pe care sînt montate două perechi de cilindri 1 cu 2 și 3 cu 4 (fig. 4.14). Cilindri 1 și 2, sînt cuplați între ei și de asemenea cu tamburul frinei 6, prin intermediul cuplajelor 5. Încărcarea frinei 6, se realizează prin aplicarea pe tambur (cu ajutorul unui dispozitiv hidro-pneumatic 7) a unor saboți montați pe un ax. Dispozitivul 7 are posibilitatea reglării cantității de aer admise, amplificînd sau diminuînd presiunea uleiului din circuitul hidraulic. Măsurarea forței de tracțiune, necesar a fi dezvoltată de automobil, pentru a învinge încărcarea obținută prin frîna standului, se realizează cu ajutorul unei pîrghii montate pe arcu de susținere al saboților. Aceasta creează într-un circuit hidraulic, o presiune proporțională cu forța de tracțiune. Răcirea frinei se realizează printr-un circuit de apă deschis, comandat de o supapă electrică acționată de la tabloul de comandă.

Cricurile pneumatice sînt plasate sub plăcile 8 și sînt comandate de la pupitrul de comandă printr-un întrerupător. Acestea ușurează manevrarea automobilului la intrare și la ieșirea de pe stand.

Standul este prevăzut și cu o suflantă pentru răcirea motorului, dispozitiv de fixare și ancorare contra deplasărilor laterale a autovehiculelor cu tracțiunea pe roțile din față.

Determinarea puterii motorului. Pentru aceasta trebuie să se execute următoarele operații:

- să se schimbe vitezele automobilului pentru obținerea unui regim de rulare constantă în priză directă;

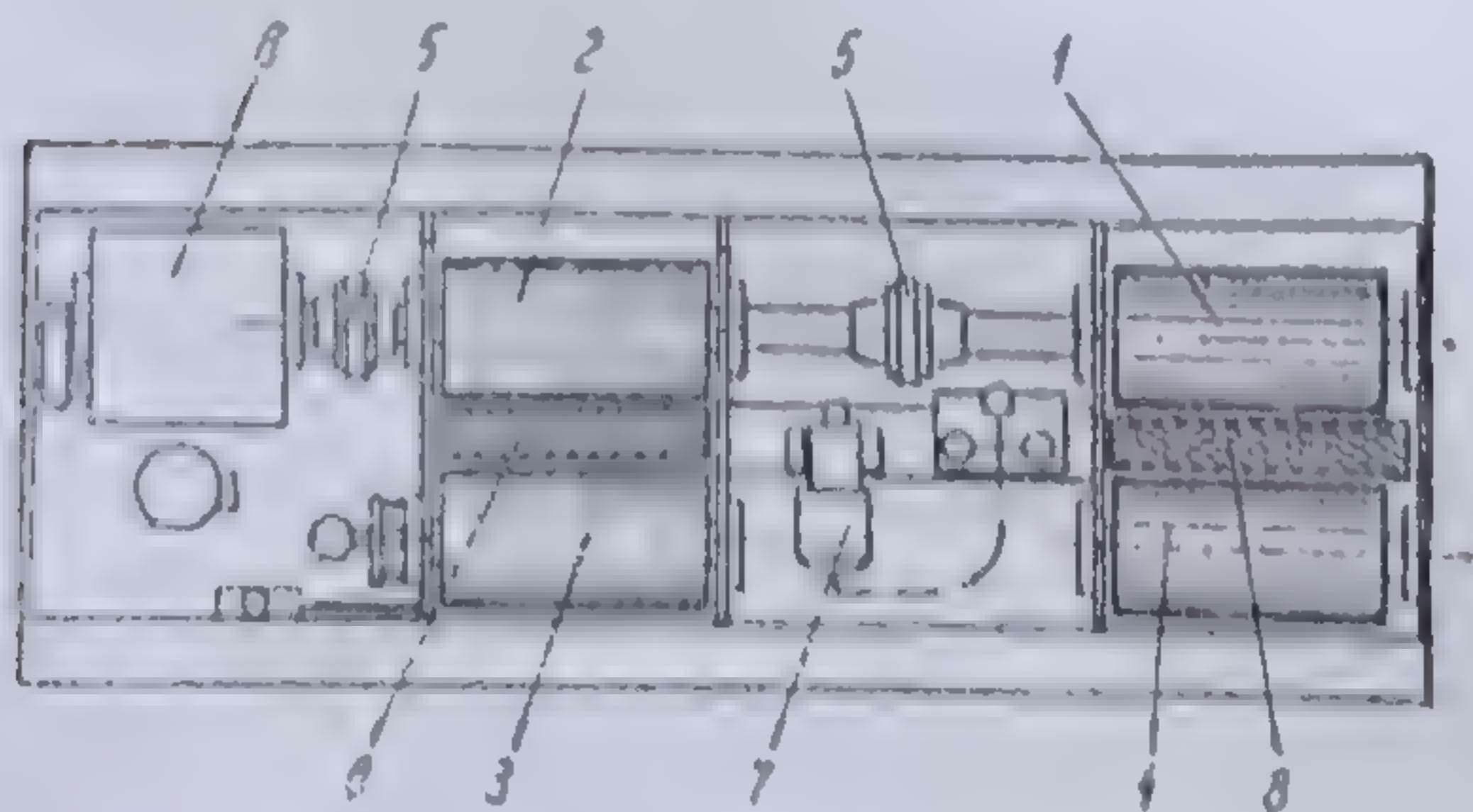


Fig. 4.14. Standul de tip Müller BEM-2626.

- fără a scoate din viteză, să se tureze motorul pînă la obținerea turației nominale a motorului, și să se mențină la această turație;

- să se frîneze treptat roțile, pentru a pune astfel motorul sub sarcină;

- în timp ce se frînează rolele standului, să se apese pedala de accelerație pentru a

menține turația nominală a motorului. Se poate astfel citi la aparatul respectiv de pe tabloul de comandă, forța de tracțiune și viteza automobilului.

Valoarea maximă a forței de tracțiune la roată se citește în momentul stabilizării indicatoarelor de viteză și efort de tracțiune, adică atunci când orice încercare de a mări forța de tracțiune duce la scăderea turației motorului, fără posibilitatea restabilirii turației cu ajutorul pedalei de accelerație.

Relația de calcul a puterii este:

$$P_{ef} = \frac{F \cdot v}{360} \text{ [kW]}, \quad (4.5)$$

în care:

- P_{ef} este puterea efectivă la roată, în kW;
- F — forța de tracțiune, în daN;
- v — viteza automobilului, în km/h.

Standul este dotat cu un minicalculator care, prin introducerea valorilor măsurate, afișează puterea la roată P_{ef} .

Puterea motorului se determină cunoscând randamentul transmisiei ($\eta_t \cong 0,9$):

$$P_m = P_{ef} / \eta_t \text{ [kW]}. \quad (4.6)$$

Comparînd puterea motorului determinată pe stand, cu puterea motorului indicată de firma constructoare, și luînd în considerare și factorii de corecție, se pot determina valoric, eventualele scăderi de putere, care se pot datora fie uzurilor cumulate în exploatare, fie ca urmare a unor reglaje necorespunzătoare ale sistemelor și instalațiilor motorului.

După verificarea și efectuarea reglajelor necesare (la distribuție, echipament electric de aprindere, alimentare) se repetă măsurarea pe stand a puterii. Dacă puterea este mult inferioară valorii prescrise, cauzele se datoresc unei uzuri generale avansate fiind necesară introducerea în reparație.

Determinarea consumului de combustibil. Pentru aceasta, ordinea operațiunilor de executat pe stand este următoarea:

- se aduce automobilul la viteza economică;
- se acționează butonul de consum aflat pe pupitrul de comandă, pentru a trece combustibilul spre carburator prin vasul gradat al aparatului de consum;
- se pune în funcțiune contorul de kilometraj (1 km);
- după parcurgerea unui kilometru, în condiții de simularea rula-jului pe șosea, se citește pe scara vasului gradat consumul de combustibil în l/100 km;
- în funcție de abaterea consumului determinat față de cel indicat de firma constructoare, se trag concluziile privind reglajul motorului și a stării de uzură.

Determinarea patinării ambreiajului. Pentru aceasta operațiile sînt următoarele:

- se măsoară turația motorului pentru două viteze oarecare ale automobilului în aceeași treaptă de viteză. Raportul dintre viteza de deplasare și turația motorului este o constantă, indiferent de valoarea vitezei sau turației:

$$\frac{v}{n} = 0,377 \frac{r_f}{i_t} \quad (4.7)$$

Întreținerea tehnică a mecanismului motor. Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare. Piesele mecanismului motor sînt supuse unor solicitări mecanice și termice deosebit de intense care în ultimă instanță conduc la o serie de schimbări în structura materialelor utilizate, la oboseala acestora, uzura pieselor conjugate (afiate în mișcare relativă). Prin contactul permanent al acestor piese cu uleiul de ungere, cu combustibilul și cu gazele arse care creează depuneri pe suprafața acestora ceea ce contribuie, de asemenea, în mare măsură, la creșterea solicitărilor termice și deci la înrăutățirea condițiilor de lucru.

4.2. ÎNȚEȚINEREA TEHNICĂ A MOTORULUI

Capul vibrator se plasează în diferite puncte ale caroseriei, sau pe elemente ale transmisiei (carcase, ax cardanic etc.), repetîndu-se aceleași operații.

de cel produs de vibrator, putînd fi ușor localizat. Serii desprînse, slăbite; în acest caz zgomotul căutat se distinge net de cel produs de vibrator, putînd fi ușor localizat. După această fază, se reduce treptat turația motorului și deci frecvența aducîndu-se la turația maximă prin intermediul potențiometrului 2. Se plasează capul vibrator sub caroserie într-un punct ce oferă o rezistență sigură (lonjeroane, praguri etc.). Se pornește motorul electric

capul vibrator. Se plasează capul vibrator sub caroserie într-un punct ce oferă o rezistență sigură (lonjeroane, praguri etc.). Se pornește motorul electric tor 4, învingînd rezistența arcului 5. Prin potențiometrul 2, se poate varia turația motorului electric și implicit frecvența vibrațiilor generate de

Motorul electric 1 comandă, prin intermediul camii 3, capul vibra- telor este prezentată în figura 4.15.

Schema dispozitivului Müller-BBM 2626 de determinare a zgomoto- bilească sursa sau cauza care le generează. transmiț în toată masa metalică a automobilului, este dificil să se sta- agregatelor transmisiei și a părții de rulare. Deoarece, aceste zgomote se sînt generate de slăbirea punctelor de fixare ale caroseriei, de defecte ale motele anormale care apar în timpul rulașului pe drum al automobilului

Determinarea surselor de zgomot anormale ale automobilului. Zgo-

a ambreiașului. cu constanta $0,377 \frac{1}{2}$. Diferențele rezultate indică o patinare parțială

Facînd raportul între turațiile și vitezele corespunzătoare, se compară

$r_p = 0,9 \cdot r$ [m]. (4.8)

geometrică a pueului cu relația:

Raza de rulare r_p se deduce din raza

viteza de deplasare v , în rot/min.

n — turația motorului, pentru

în treapta de viteză respectivă;

i_1 — raportul total de transmitere

r_p — raza de rulare a roții, în m;

km/h;

v este viteza automobilului, în

unde:

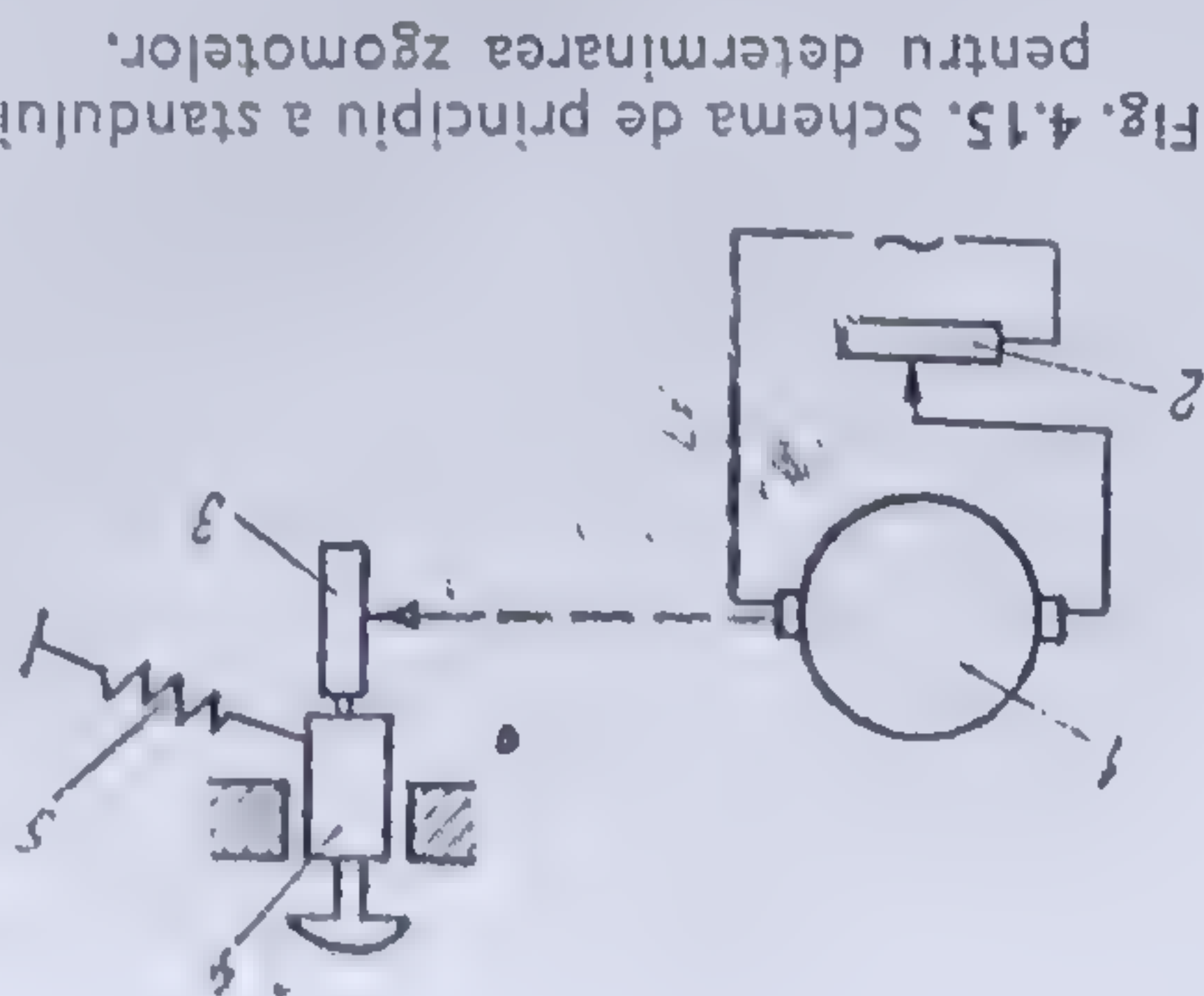


Fig. 4.15. Schema de principiu a standului pentru determinarea zgomotelor.

curabitur innotuit.

probleme analizate, determinate de aceeași patență tehnologică condiții de exploatare, datorită influenței multiplelor factori tehnologici, construcțivi și de exploatare. De fapt, cercetarea posibilității micșorării neuniformității uzurii la una și aceeași îmbinare (cilindru-segment sau fus arbore cotit-cuzinet) este una din căile de ridicare a

camășilor de cilindri, mai ales ca, întrucât, în timpul
cizarea acestora încă nu este semnificativă la parcursul respectiv.
În general, se poate semnală o dispersie mare a uzurilor pentru

Rata de uzurile prezentate pentru segmentii de piston, în tabelul 4.2, uzura medie a cilindrului în zona superioară este de 140 µm, a mantalei pistonului de 45 µm, iar a alezajului din piston pentru bolt de 177 µm. De menţionat că aceste uzuri au fost înregistrate la un parcurs mediu de 130 000 km. Dacă se iau în considerare mărimile maxime ale jocurilor pentru fiecare îmbinare în parte se constată că durata de serviciu a cilindrului este de 2,9 ori, a pistonului de 2,3 ori mai mare decât al segmentului de compresie superior. În aceste condiţii este uşor de explicată utilitatea ressegmentării motorului, fără a se executa realizarea cablului de cilindri mai ales că, macroabaterile prin ovalizarea şi con-

Segmenții din piston	Uzura segmenților după înălțime [mm]	Uzura segmenților în direcție radială [mm]	la motorare noi	înainte de reparația capitală
de compresie	1	312	200	450
	2	55	170	225
3	50	210	125	175
de ungere	1	10	106	116
	2	10	116	116

Uzura și jocul segmentilor în canalele din piston

Tabellul 4.2

(tab. 4.2).

Din analiza uzurii grupului cilindru-piston-segmenti la un motor cu aprindere prin compresie (pînă la reparatia capitală), se constată că starea lui tehnică este limitată de uzura segmentilor de compresie

Uzura cilindrilor, în funcție de factorii de influențare și de momentul lor de acționare, se poate defalca în: uzura la regimul termic normal sau coborât fără prezența prafului, uzura la pornirea motorului și uzura datorită pătrunderii prafului în motor.

Toate aceste schimbări produc limitarea duratei de serviciu a motorului sau apariția, înainte de termen, a unor defecțiuni în acest mecanism. De fapt, resursa motorului este condiționată, în primul rând, de uzura grupului cilindru-piston-segment și de îmbinarea fusurilor arborelui cotit cu cuzinetii lagărelor paliere și manetoane.

Schimbările ce apar în starea tehnică a mecanismului motor sînt legate de urm. cilindrilor, segmentilor, pistonilor, bolțurilor de piston, aleașelor din biela, înșuruburilor, de stabilirea organelor de fixare a chiulasei, capacelor de biela și palier, precum și de formarea de calamină pe pereții camerei de ardere, pe capul pistonului, talerului supapelor sau a iacului în canalele de segment și maneta pistonului.

Cercetările efectuate evidențiază faptul că la arborele cotit se uzează mai intens fusurile și lagărele paliere față de fusurile și lagărele manetoane (raportul uzurilor fiind de obicei 2,5 : 1); iar dintre fusurile paliere se uzează mai mult cele din mijloc. Astfel: în cazul unui motor cu aprindere prin scînteie, dacă se ia uzura primului fus palier egală cu unitatea, atunci raportul uzurilor medii ale tuturor fusurilor paliere în ordinea lor de așezare va fi: 1,0; 1,13; 1,23; 1,19; 1,14. Se explică această stare prin repartizarea sarcinilor maxime de încărcare și a temperaturii maxime în filmul de ulei în lagărele din mijloc, ceea ce provoacă reducerea grosimii minime a stratului de ulei prin care crește probabilitatea contactului direct între suprafețele de frecare ale fusurilor și cuzineților. Lagărele paliere din mijloc se uzează mai mult și din cauza încovoierii arborelui cotit.

Ținînd cont de raportul uzurilor între lagărele paliere și cele manetoane se poate afirma că durabilitatea arborelui cotit este determinată la un motor de starea tehnică a fusurilor paliere.

În ceea ce privește macroneregularitățile la piesele mecanismului motor și în special la cămașa de cilindru, se poate constata faptul că, dacă valoarea ovalității și necilindricității (conicității) se încadrează în limitele prescrise de normele de fabricație în momentul începerii exploatarei, atunci aceste abateri de formă vor fi cu aproximativ de două ori mai mici față de cazul cînd nu se respectă aceste norme tehnologice.

Încercările efectuate au evidențiat o creștere substanțială a consumului de ulei prin ardere, datorită abaterilor de formă prin ovalitate și necilindricitate. În condițiile unor jocuri aproximativ egale, între cilindru și mantaua pistonului, consumul orar de ulei prin ardere C_a depinde de macroneregularitățile cilindrului (fig. 4.16).

Reducerea fiabilității și durabilității mecanismului motor se datorește și uzurii neuniforme a cilindrului de-a lungul axei sale (fig. 4.17), care mărește în mod simțitor abaterile de formă prin ovalizare și necilindricitate și, în consecință, vor fi influențate în mod negativ și performanțele motorului, producînd reducerea puterii și creșterea consumului de combustibil.

Intensificarea uzurii și ovalității cilindrului în zona superioară se explică prin reducerea vitezei relative între cămașă și segmenti în apropiere de PMS în contextul creșterii sarcinilor termice și mecanice în această porțiune a cilindrului.

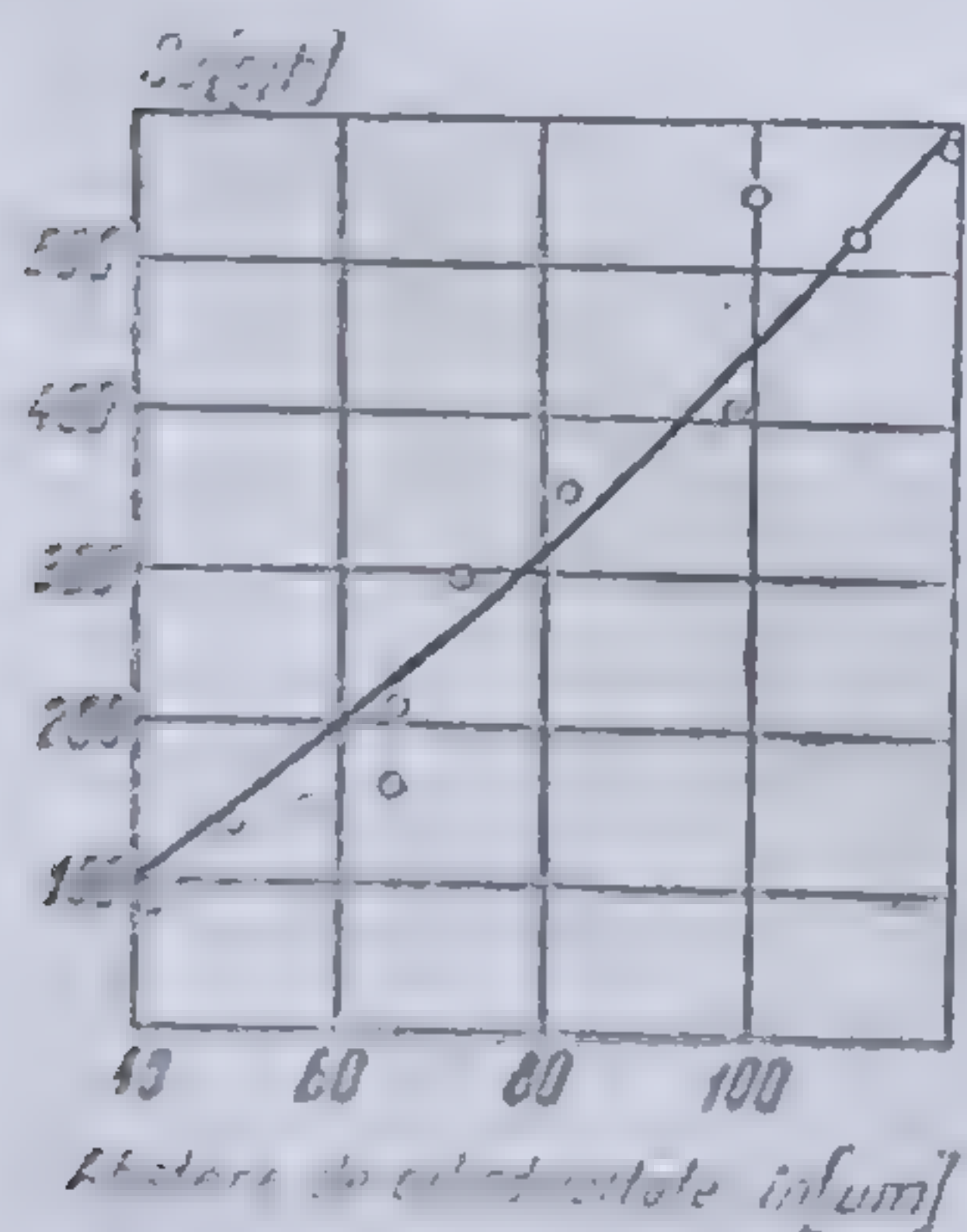


Fig. 4.16. Influența macroneregularităților cilindrului asupra consumului de ulei.

Un factor important de intensificare a uzurii este pornirea și încălzirea motorului la rece care, au o pondere cu atât mai mare cu cît temperatura mediului înconjurător, a lichidului de răcire și a uleiului este mai coborîtă. În vederea scăderii uzurii motorului în perioada de încălzire este deosebit de important de a alege în mod corect turația acestuia, deoarece s-a constatat că pentru fiecare tip de motor există o turație optimă la care uzura este minimă, deci procesul de încălzire este indicat să aibă loc la această turație (fig. 4.18).

Un rol deosebit în producerea uzurii pieselor mecanismului motor o au particulele a-

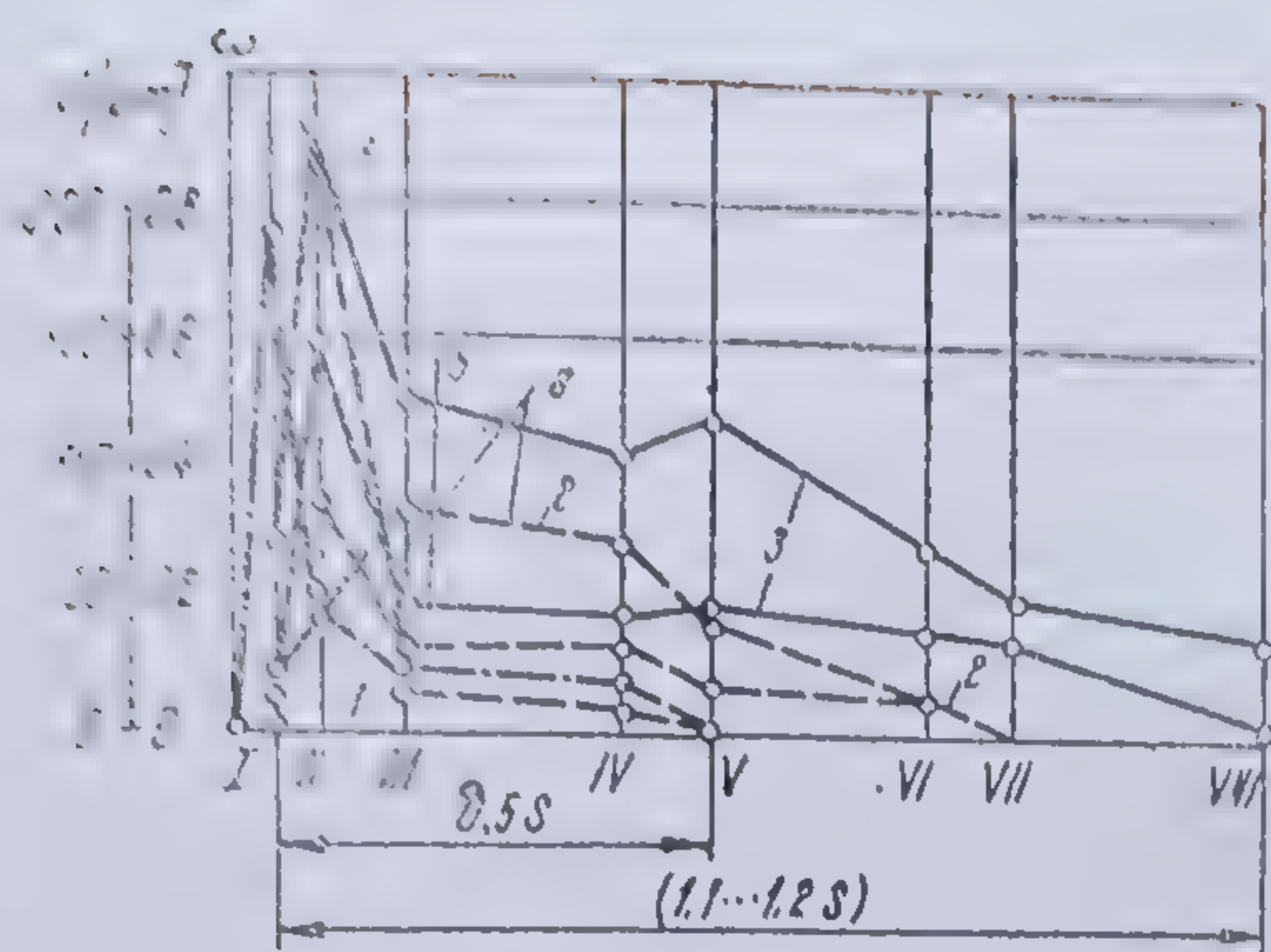


Fig. 4.17. Repartiția frecvenței pentru valoarea maximă a uzurii (curbele 1) și pentru ovalitate (curbele 2), precum și a uzurii medii (curbele 3) în funcție de cursa pistonului, pentru două tipuri de motoare a și b.

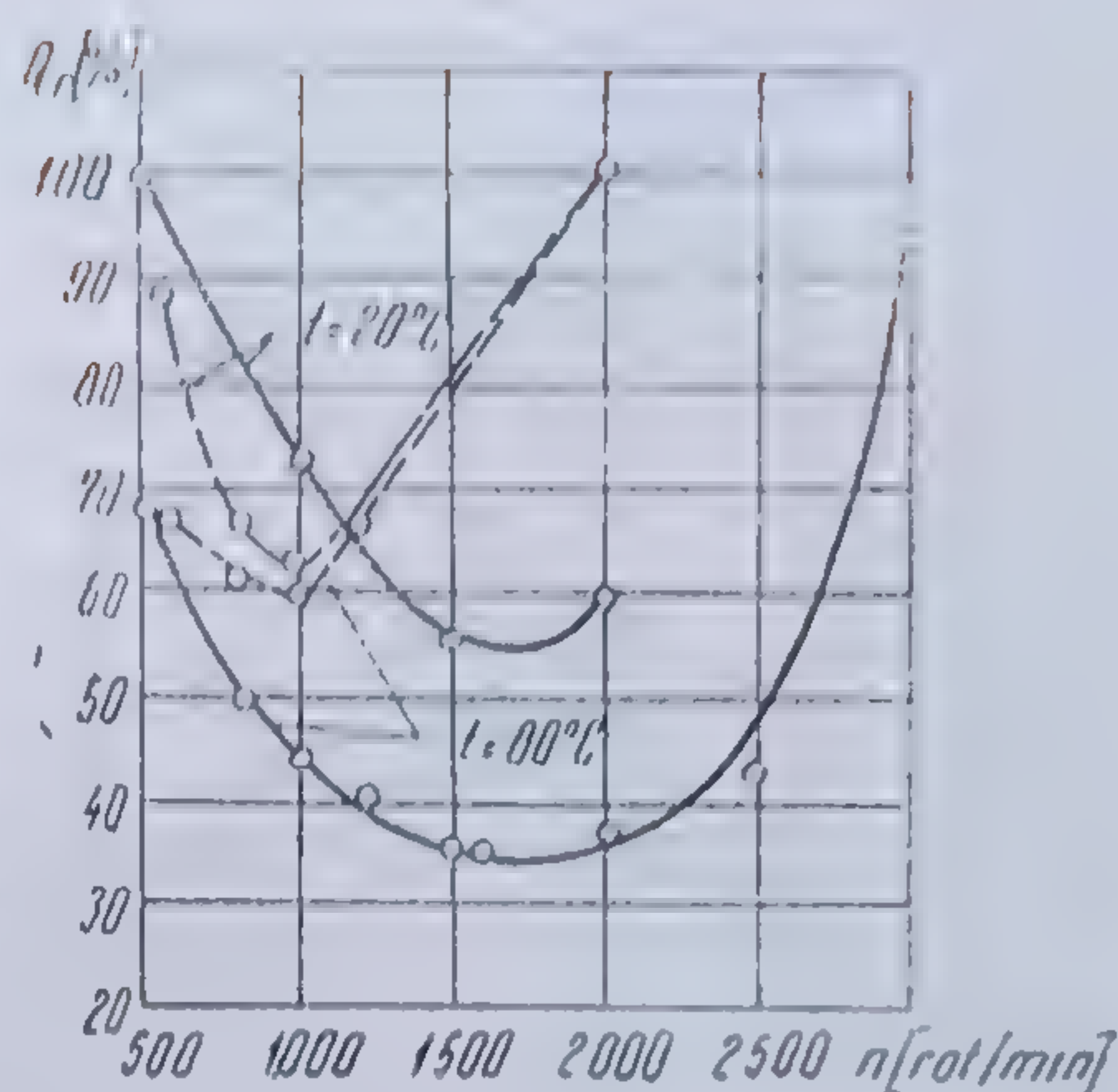


Fig. 4.18. Variația cantității relative a particulelor de uzură (Q_r) în funcție de turația motorului la diferite temperaturi ale lichidului de răcire; cu linie întreruptă pentru m.a.s.; cu linie plină pentru m.a.c.

brazive. Intensitatea uzurii depinde de mărimea acestor particule. Se poate constata că, după o anumită dimensiune, această uzură scade (fig. 4.19) deoarece particulele abrazive de dimensiuni mai mari decât mărimea jocului existent între piesele îmbinate nu mai pot pătrunde între suprafețele în frecare.

Studiile efectuate au evidențiat, de asemenea, faptul că, odată cu creșterea jocului în lagărele arborelui cotit, crește și temperatura cuzinetelor inferioiri și intensitatea uzurii fusurilor (fig. 4.20). Intensitatea acestui proces este cu atât mai pronunțată cu cât jocul este mai mare la lagărul respectiv. La jocurile peste limitele admisibile se observă încălzirea rapidă a uleiului, scăderea presiunii uleiului, urme de gripare pe fusul și cuzinetul inferior al lagărului din mijloc, se aud bătăi care se datoresc creșterii vibrațiilor și jocurilor în lagărele arborelui motor

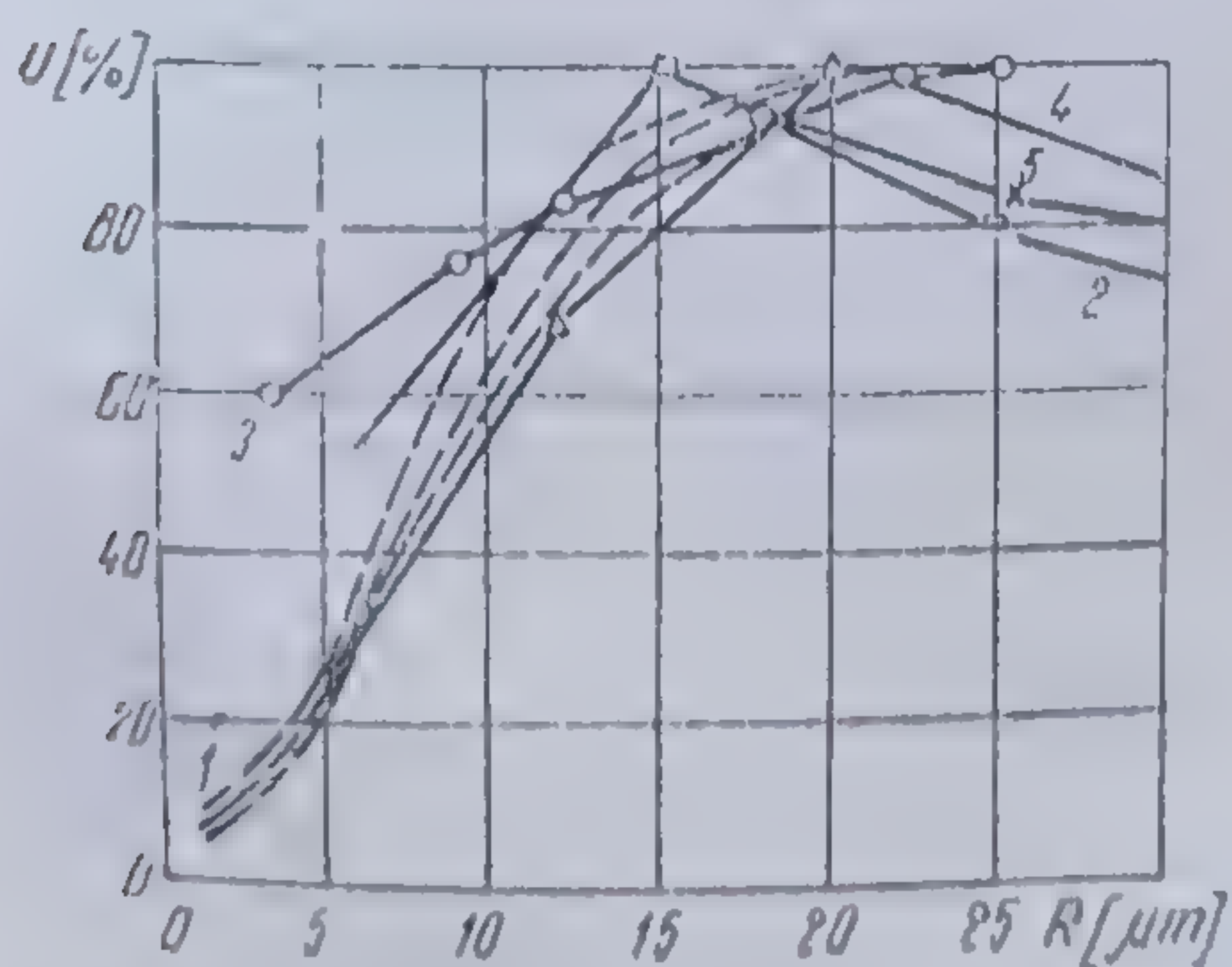


Fig. 4.19. Influența dimensiunii particulelor abrazive asupra uzurii segmentului de compresie superior:

1 — curbele teoretice pentru motoarele ZMZ-53; ZIL-130 și IAmZ-238; 2-5 — curbele experimentale.

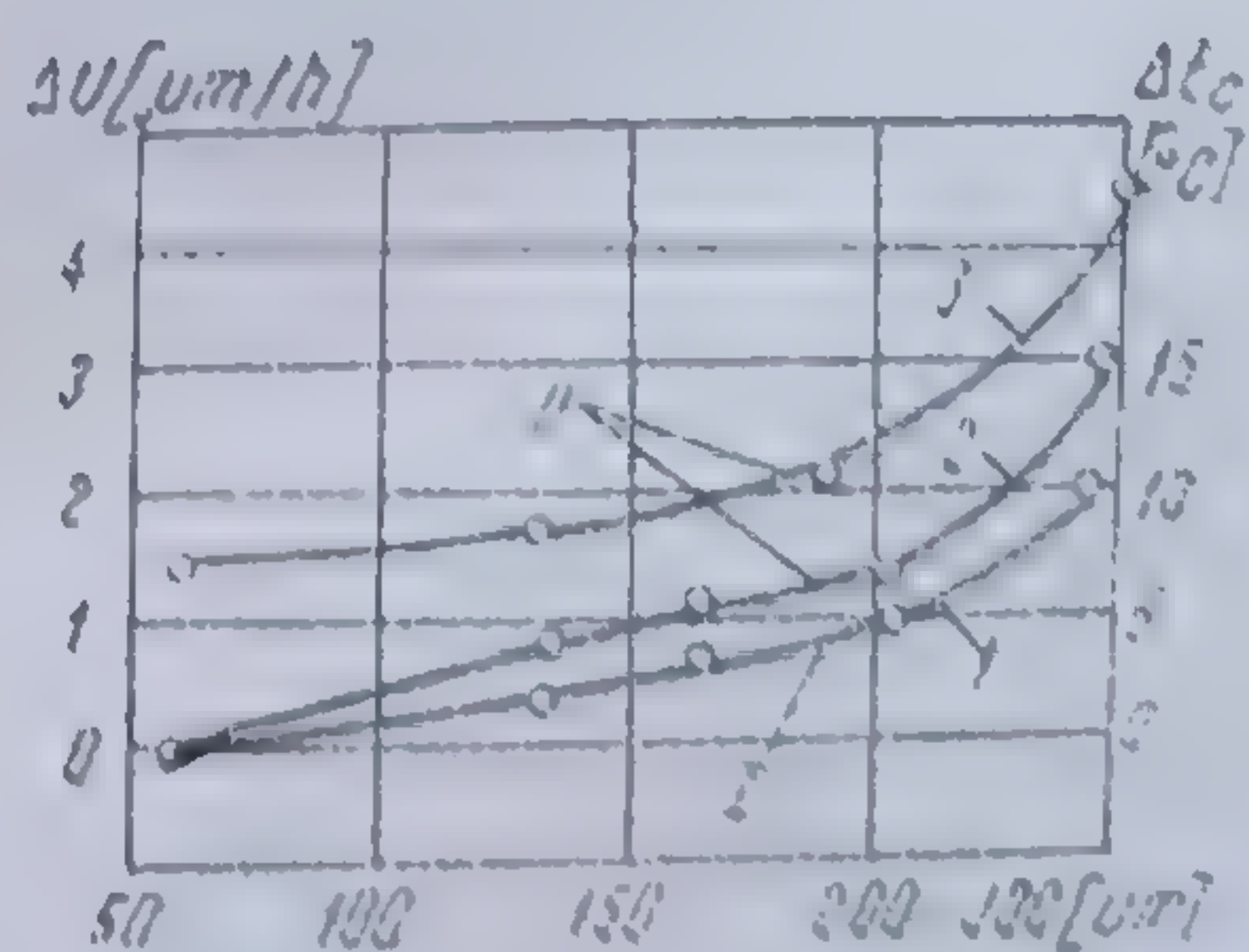


Fig. 4.20. Influența jocului în lagărele arborelui cotit:

1, 2 — asupra creșterii temperaturii cuzinetului inferior; 3 — asupra intensității uzurii fusului palier la motorul ZMZ-53; (I — sarcina totală la turația de 3 200 rot/min; II — Idem la turația de 2 000 rot/min.)

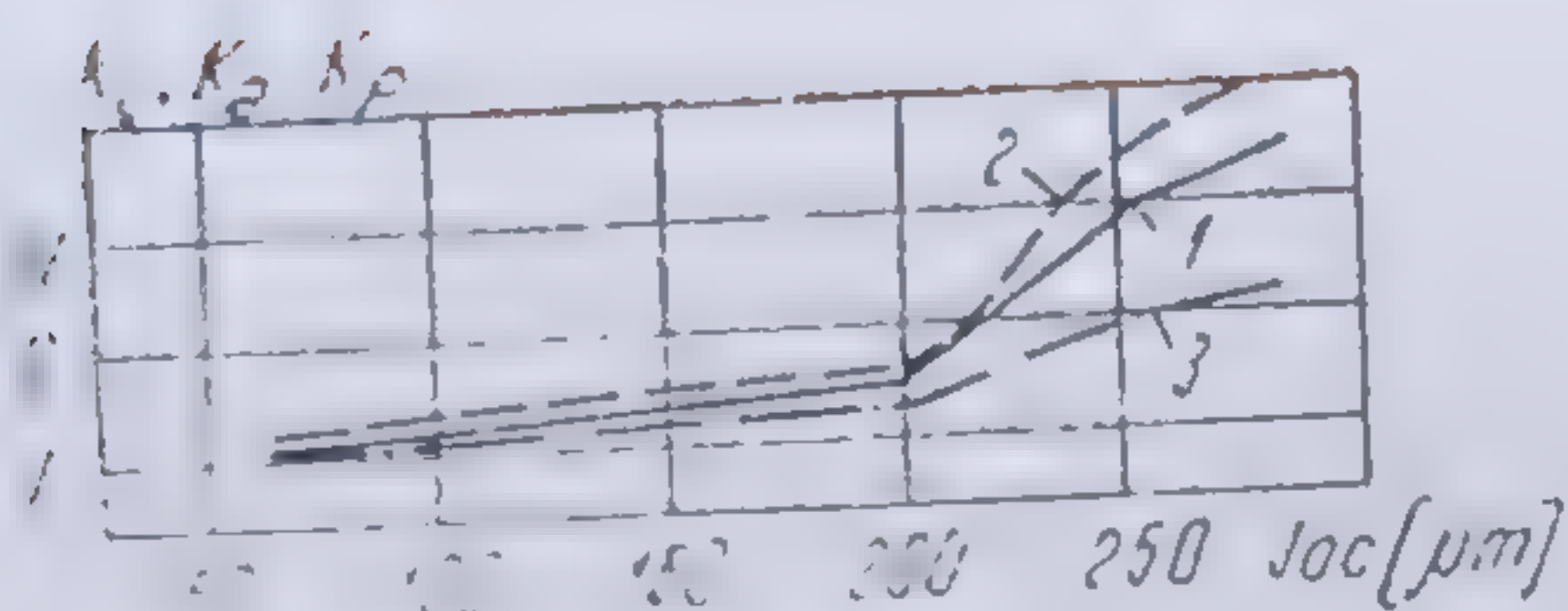


Fig. 4.21. Variația indicilor K_v , K_a și K_p în funcție de mărimea jocurilor în lagărele arborelui cotit la turația de 3 200 rot/min și sarcină plină pentru motorul ZMZ-53; I de 250 Hz; II de 630 Hz; III de 1 000 Hz:
1 - K_v 2 - K_a ; 3 - K_p .

(fig. 4.21 — unde K_v , K_a și K_p este raportul între viteza vibrațiilor acustice, între accelerația vibrațiilor acustice, respectiv între presiunile acustice la diferite jocuri și la jocul nominal al lagărului).

Apariția urmelor de gripare pe fusurile și cuzineții inferiori ai lagărelor arborelui motor și creșterea intensității uzurii fusurilor arborelui se poate explica prin aceea că odată cu creșterea jocurilor se ridică temperatura cuzineților și se produce încărcarea lagărelor, micșorându-se grosimea stratului de ulei în lagăr. Prin aceasta, probabilitatea de a veni în contact a suprafețelor în frecare crește, ceea ce produce sporirea intensității uzurii fusurilor (v. fig. 4.20). La valoarea limită a jocului (în cazul analizat la 246 μm) se măresc brusc temperatura cuzineților, vibrațiile și zgomotul în motor (v. fig. 4.21). Dacă se adoptă ipoteza că, vibrațiile și zgomotul motorului sînt proporționale cu sarcina care acționează asupra lagărelor motorului, atunci la jocul limită se va produce o creștere bruscă a sarcinii. În acest caz, creșterea bruscă a temperaturii și sarcinii va produce o micșorare și mai intensă a grosimii stratului de ulei. Acesta este și motivul uzurii intense a fusurilor arborelui motor și al apariției urmelor de gripare pe fusurile și cuzineții lagărelor peste jocul limită admisibil.

Ca urmare a acestor fenomene, în procesul de exploatare se înrăutățește echilibrarea pieselor în mișcare și se schimbă masa bielei și pistonului în mișcare de translație, cresc tensiunile dinamice în piesele motorului, se intensifică uzura fusurilor arborelui cotit, se exfoliază stratul de material antifricțiune de pe cuzineți.

Vibrațiile au o influență și asupra organismului omului, ceea ce nemijlocit reduce siguranța circulației.

Dintre mulțimea factorilor care produc vibrația motorului, cei mai importanți sînt: dezechilibrarea ansamblului arborelui cotit, volant și ambreiaj, greutatea totală a grupului de piese bielă-piston și jocul diamertal în lagărele paliere.

Cercetările au arătat că, dezechilibrarea pieselor amintite depășește mult limita admisibilă, iar cauza principală este dezechilibrarea ambreiajului (fig. 4.22). În mod similar se poate urmări (fig. 4.23) dispersia masei pieselor din grupul bielă-piston, care în mare parte se datorește împrăstierii masei bielei.

Ca urmare a variației mărimii maselor neechilibrate de la arborele cotit, al maselor de la grupul bielă-piston, în procesul de exploatare nivelul vibrației motorului ZIL-130 în domeniul turațiilor de funcționare a crescut în mod intens (fig. 4.24).

În procesul de exploatare, pe lângă uzura pieselor mecanismului motor, apare și slăbirea elementelor de fixare care conduce tot la funcționarea necorespunzătoare a motorului și uneori la avarii destul de grave.

O atenție deosebită trebuie acordată strîngerii chiulasei pe blocul cilindrilor. Șuruburile și prezoanele de fixare a chiulasei trebuie să asi-

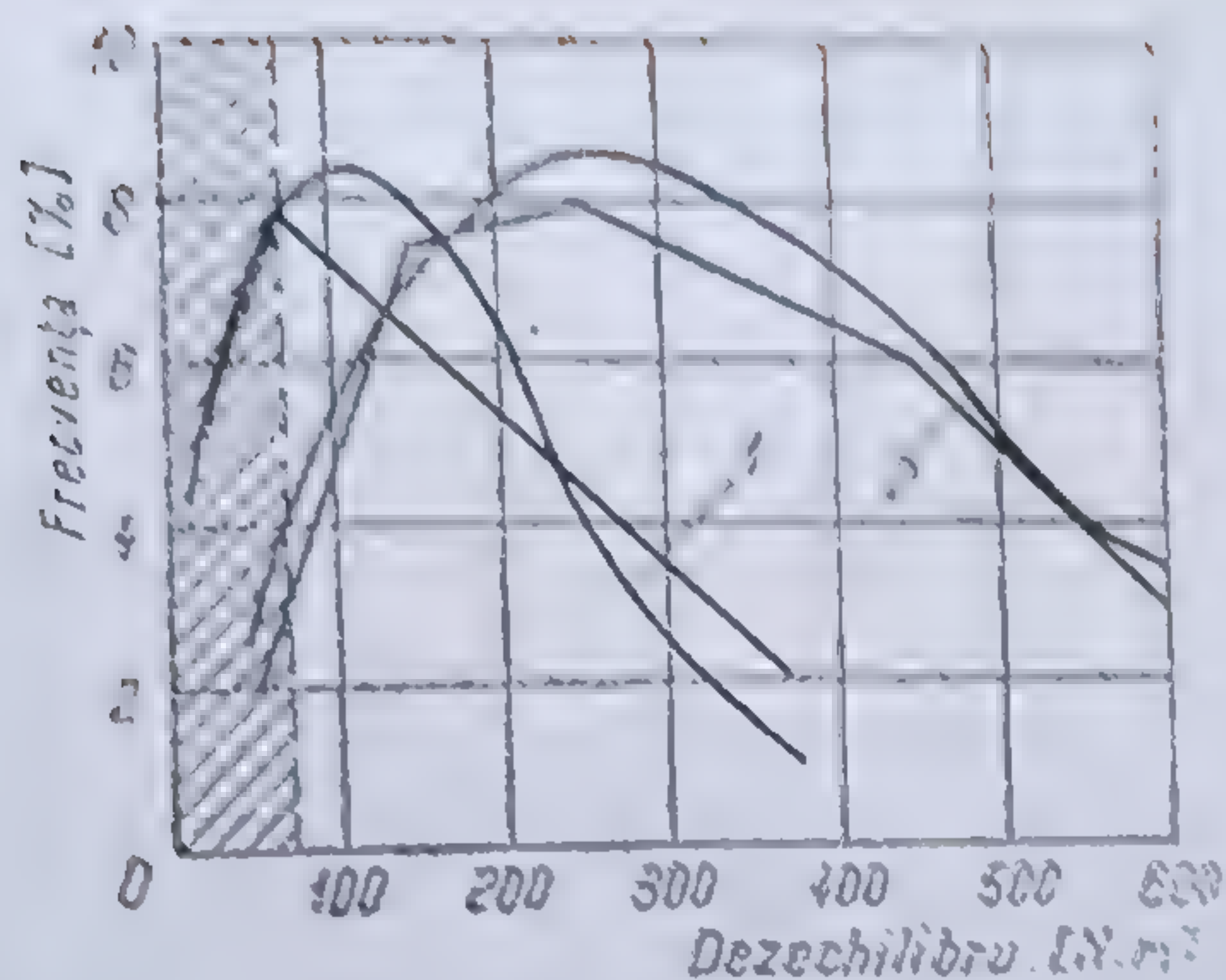


Fig. 4.22. Dispersia frecvenței dezechilibrului arborelui cotit pentru motorul ZIL-130 înainte de reparația capitală:

1 — arborele cotit cu volantul; 2 — arborele cotit cu volantul și ambreiajul.

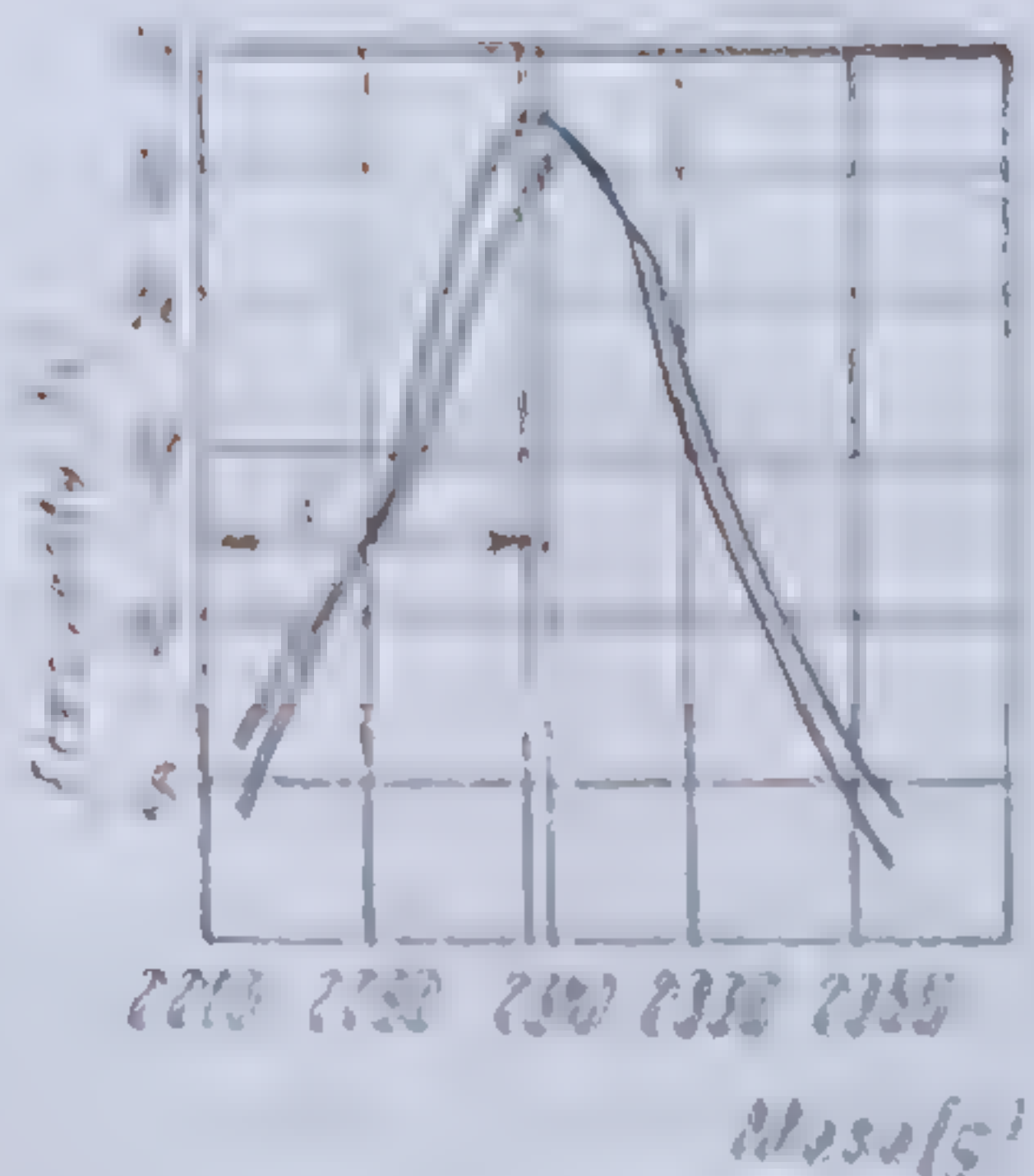


Fig. 4.23. Dispersia frecvenței mării masei grupului bielă-piston la motorul ZIL-130 înainte de reparația capitală:

\bar{X} — masa medie.

gure o forță de prestrângere mai mare decât forța maximă de întindere dată de presiunea gazelor și repartizată în mod uniform, pe numărul existent de elemente de fixare ale fiecărui cilindru, în caz contrar apar tensiuni care conduc la deformarea chiulasei și cilindrilor (distribuirea neuniformă a tensiunilor termice va amplifica și mai mult deformarea chiulasei).

La o strângere insuficientă se înrăutățește etanșeitatea garniturii de chiulasă sub acțiunea presiunii și temperaturii înalte, iau naștere forțe dinamice suplimentare care pot micșora brusc rezistența la oboseală a șuruburilor și prezoanelor.

Un alt factor important care influențează, în mod negativ, funcționarea motorului este depunerea de calamina. După cum s-a mai arătat calamina se depune pe capul pistonului, pe pereții camerei de ardere, pe bujii (respectiv pulverizator) și supape formînd un strat de cîțiva milimetri grosime.

Substanțele care formează calamina sînt: uleiul, rășinile și substanțele care intră în compoziția cocsului și cenușei.

Calamina este rea conducătoare de căldură, din care cauză preșele pe care se depune se încălzesc puternic.

Două cauze principale determină apariția calaminei în motor: modificările chimice la care sînt supuși combustibilul și uleiul ajunși în stare lichidă pe piesele calde ale motorului, pe de o parte, și depunerile de cocs și de alte substanțe rezultate din arderea cu oxigen insuficient al vaporilor de combustibil și ulei, pe de altă parte.

Procesul de formare al calaminei decurge astfel: în camera de ardere, în prezența oxigenului, la temperaturi sub 2000... 2500°C (care se dezvoltă

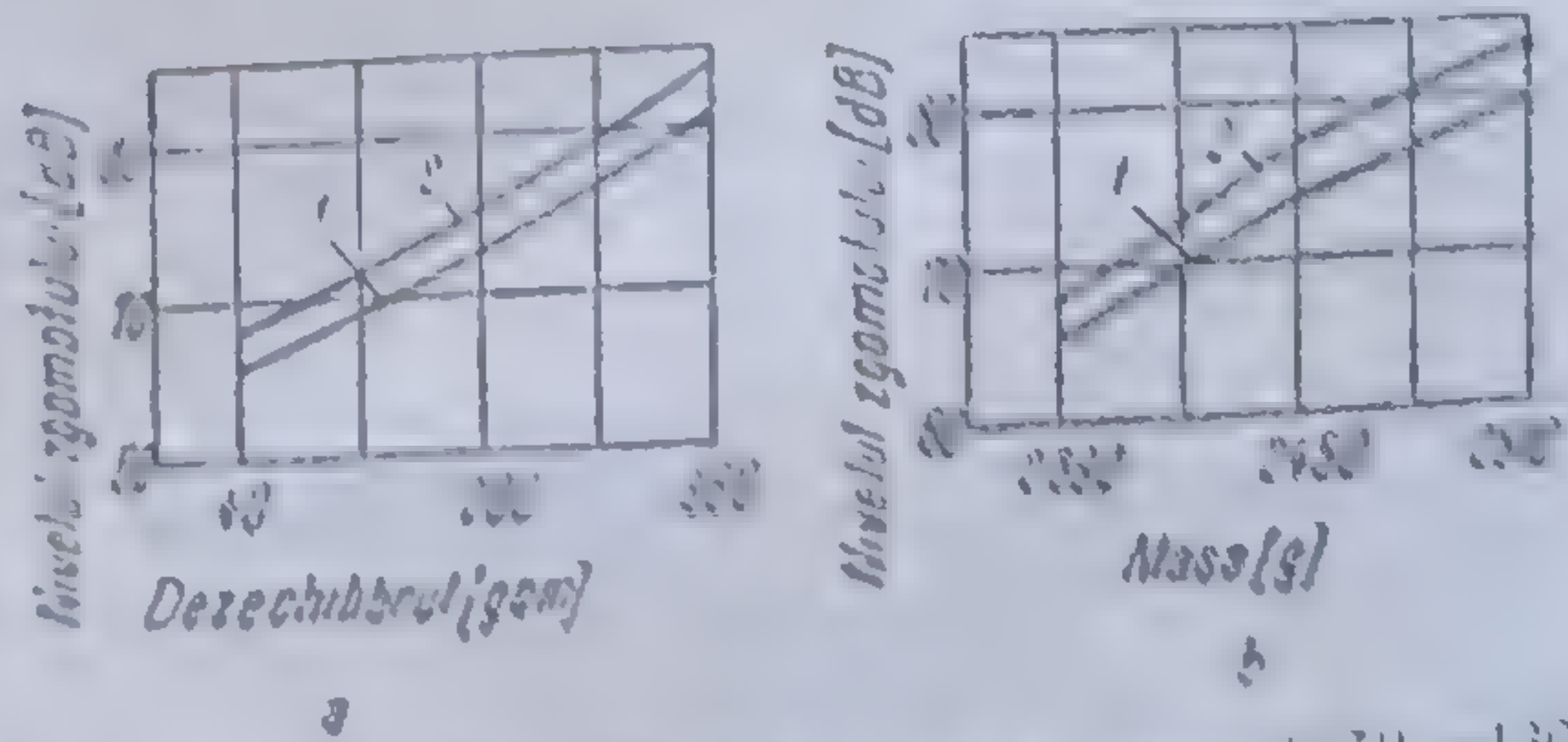


Fig. 4.24. Variația vibrației acustice la motorul ZIL-130: 1 — la 2000 rot/min; 2 — la 2600 rot/min; a — în funcție de mărimea dezechilibrului; b — în funcție de mărimea masei pieselor din grupul bielă-piston.

tă aici) ard toate substanțele organice. Din cauza timpului scurt în care se desfășoară arderea, precum și din cauza cantității reduse de oxigen (amestec imperfect) sau a lipsei de oxigen în ansamblu (dozaje bogate) se creează condiții favorabile pentru arderea incompletă a combustibilului cu formare de funingine, cocs și alte produse de ardere incompletă.

Din cauza fenomenului de pompaj al segmentelor, uleiul pătrunde în camera de ardere și se răspândește sub formă de peliculă pe pereții ei și pe capul pistonului. Pelicula de ulei se amestecă cu produsele arderii incomplete fiind astfel supusă unor modificări chimice importante.

Uleiul este supus unor procese de oxidare repetată, intensificate de temperaturile înalte ($250 \dots 400^{\circ}\text{C}$) la care se află suprafețele calde pe care s-a răspândit, fapt care se constată prin prezența cantității mari de oxigen din calamină. Din această cauză uleiul se transformă întâi în substanțe rășinoase, apoi în lacuri. Pelicula de rășină-lac, formează un mediu liant care reține pe suprafața metalică particulele de funingine și alte produse de transformare ale combustibilului și uleiului.

În timpul funcționării motorului pe pelicula de lac ajung continuu cantități noi de ulei, de funingine, cocs etc., care în urma modificărilor chimice formează pe suprafața metalului stratul dur de calamină.

În camera de ardere, temperatura nu este peste tot aceeași. În apropierea pereților — mai ales când aceștia sînt răciți cu apă — temperatura este minimă, ea crescînd spre centrul camerei. Se poate presupune că în camera de ardere există o zonă T a temperaturilor înalte (fig. 4.25, a). Stratul de calamină depus pe piston crește (fig. 4.25, b) pînă cînd marginea sa superioară ajunge în zona temperaturilor înalte (fig. 4.25, c) unde se încălzește intens. Cantitățile noi de ulei care ajung pe suprafața stratului de calamină ard complet, sau, dacă arderea este incompletă, particulele de carbon nu pot fi reținute pe suprafața calaminei, deoarece lipsește mediul liant. Astfel, stratul de calamină ajunge într-o stare de echilibru după care creșterea lui încetează.

Înălțimea stratului de calamină depinde de poziția zonei de temperaturi înalte. Cu cît această zonă este mai aproape de suprafața pereților sau de capul pistonului, cu atît grosimea stratului de calamină va fi mai mică.

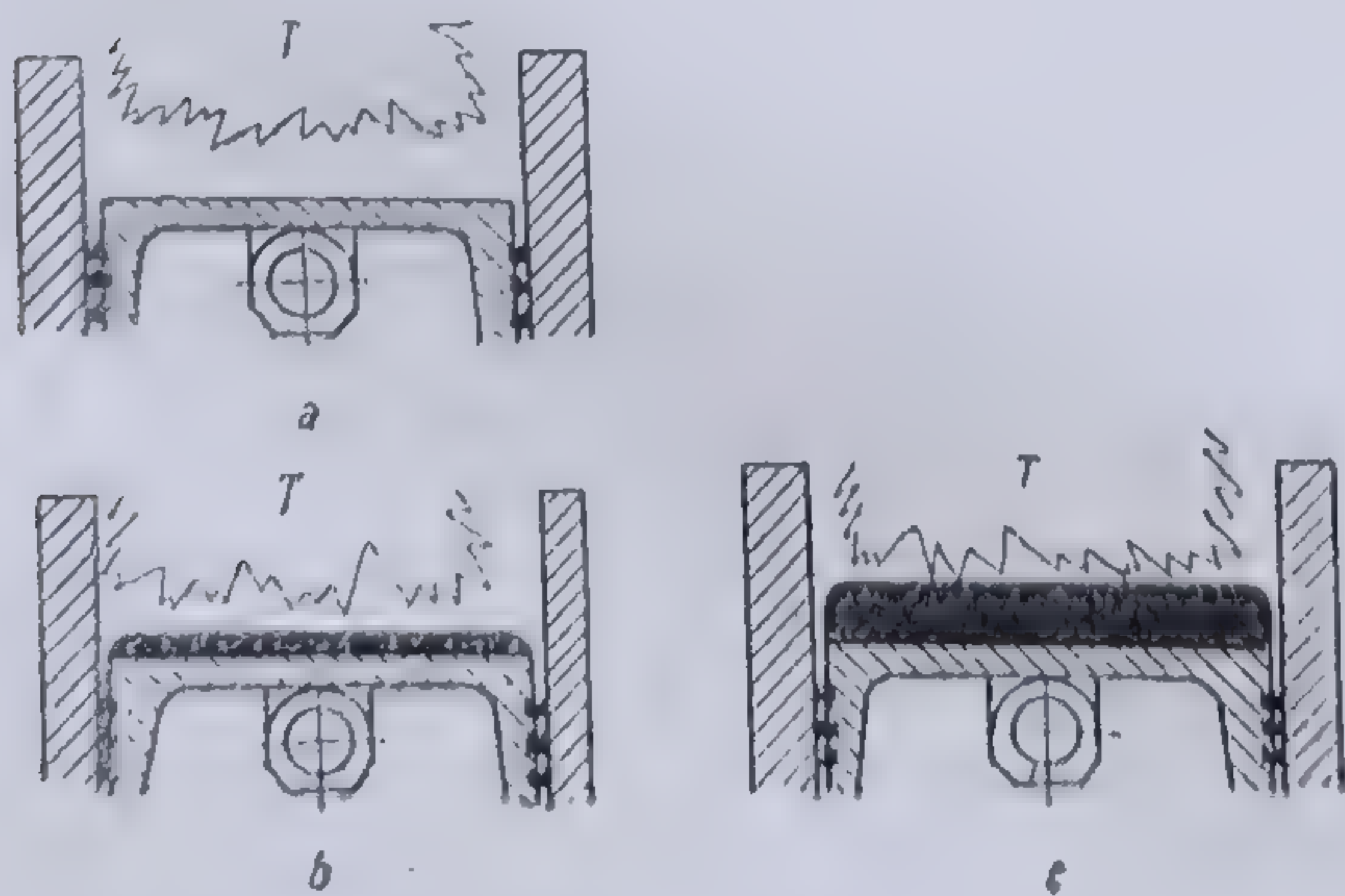


Fig. 4.25. Dezvoltarea stratului de calamină în camera de ardere a motorului.

Trebuie reținut faptul că, în cea mai mare parte, calamina formată în camera de ardere este evacuată împreună cu gazele arse, o mică parte ajunge în baia de ulei și numai o fracțiune redusă rămîne în camera de ardere și se depune pe pereții ei, pe capul pistonului etc.

În general, procesul formării calaminei depinde de tipul motorului, de regimul termic, de regimul de funcționare al lui în exploatare, de calitatea amestecului carburant, de calitatea combusti-

biului și a uleiului, de starea de uzură a pieselor etc. În legătură cu calitatea uleiului, cercetările au evidențiat că în funcție de uleiul folosit, depunerile de calamină, la starea de echilibru, pe capul pistonului au variat între 5 și 22 g, ceea ce se explică prin stabilitatea diferită la oxidare a sortimentelor de ulei întrebuințate.

În ceea ce privește regimul de funcționare al motorului s-a constatat faptul că alternarea regimului de lucru frânează depunerile de calamină, în schimb funcționarea motorului la sarcini mici, și în gol, intensifică formarea de calamină.

În scopul reducerii cantității de calamină formată în camera de ardere se introduc în ulei aditivi: antioxidanți, adaosuri fosforice, națenați de crom și de magneziu, paraton, acriloyd etc.

Diagnosticarea stării tehnice și operații de întreținere. Diagnosticarea stării tehnice a mecanismului motor se realizează prin: măsurarea presiunii la sfârșitul compresiei cu ajutorul compresometrului, măsurarea indirectă prin cădere de presiune a cantității de aer scăpate prin neetanșitățile cilindrului și camerei de ardere cu ajutorul pneumometrului, măsurarea cantității de gaze scăpate în carter în timpul funcționării motorului cu un debitmetru (contor de gaz) măsurarea variației depresiunii în colectorul de admisie cu un vacuummetru; măsurarea cantității de ulei consumate prin ardere; urmărirea presiunii de ulei în rampa principală de ungere; ascultarea bătăilor la diferite îmbinări ale mecanismului cu ajutorul stetoscopului.

Capacitatea de informație a fiecăreia din metodele prezentate mai înainte se poate evalua cu ajutorul coeficientului de informație (K_{inf}). Coeficientul de informație indică dinamica schimbării valorii parametrului de control, în funcție de parcursul automobilului și permite să se compare între ele capacitatea de informație a parametrilor, care au baze fizice diferite, ținând seama de valoarea maximă (X_{max}) și minimă (X_{min}) a parametrului de control la stările limită ale mecanismelor și subansamblelor. Acest coeficient se determină cu relația:

$$K_{inf} = \frac{X_{max} - X_{min}}{X_{max}} \quad (4.9)$$

Cu creșterea lui K_{inf} se mărește și capacitatea de informare a mijloacelor de măsurare și se consideră metoda utilizată bună dacă $K_{inf} \geq 0,5$. Coeficientul K_{inf} pentru unele metode de diagnosticare prezentate mai înainte are în medie valorile prezentate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3

Valorile coeficientului de informație pentru parametrul de control și a stării tehnice a grupului cilindru-piston

Parametrul de control a stării tehnice	Valoarea parametrului		K_{inf}
	X_{max}	X_{min}	
Consum de ulei prin ardere, g/h	180	10	0,945
Presiunea la sfârșitul compresiei, daN/cm ²	8,0	5,5	0,313
Scăparea gazelor în carter, l/min	250	74	0,704
Depresiunea în colectorul de admisie, Pa	450	400	0,112
Pierdere de aer în cilindru, %	85	25	0,706
Scăderea puterii motorului, kW	115	108	0,061

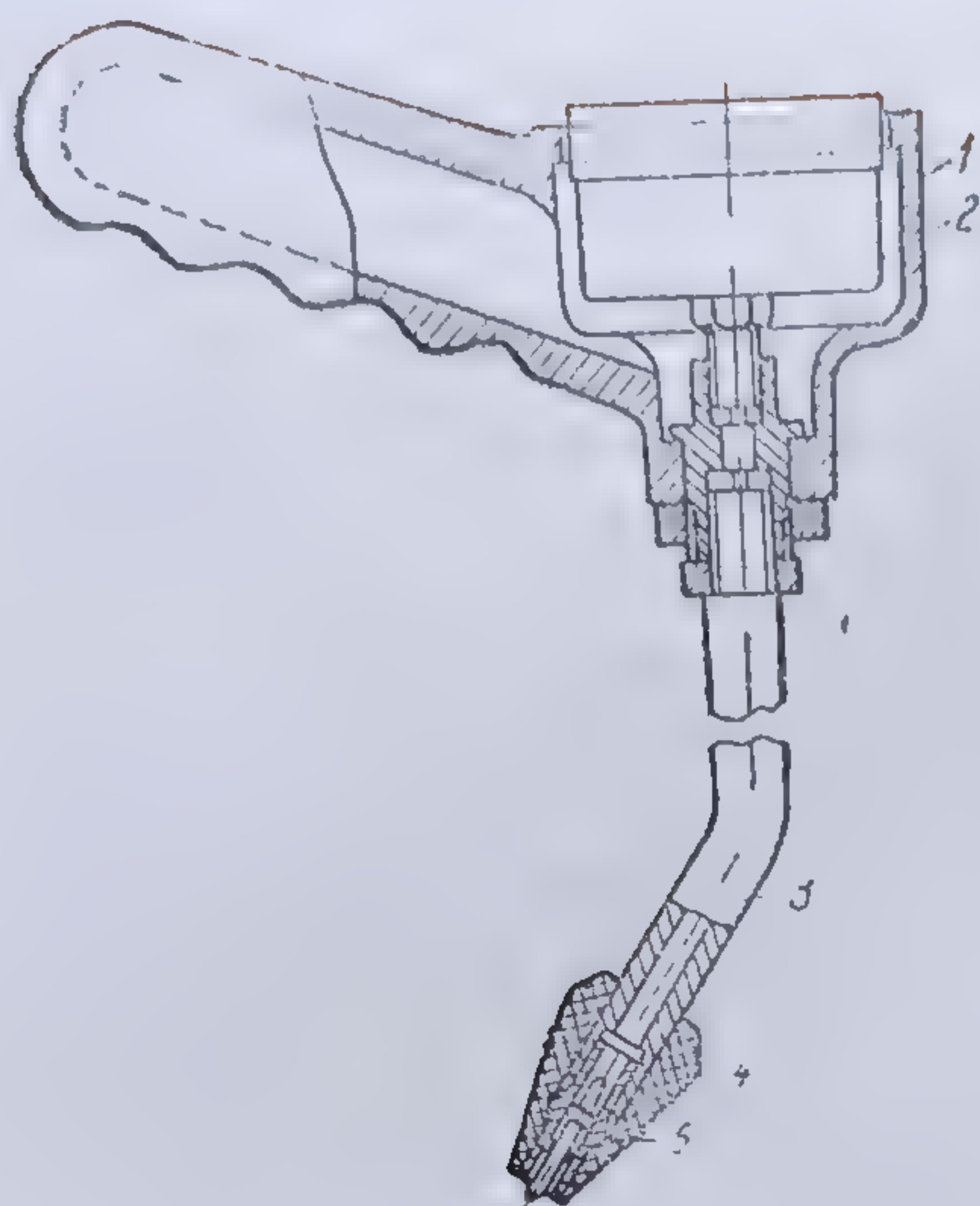


Fig. 4.26. Compresometrul :

1 — corpul ; 2 — manometrul ; 3 — tubul de legătură ; 4 — garnitură de cauciuc ; 5 — ventil.

În continuare vor fi prezentate două din metodele semnificative pentru diagnosticarea stării tehnice a mecanismului motor.

Determinarea presiunii la sfârșitul cursei de compresie a pistonului cu ajutorul compresometrului. Pentru eliminarea influenței condițiilor externe, măsurarea presiunii în cilindri se realizează cu motorul încălzit, la o turație a arborelui cotit de cel puțin 200... 250 rot/min, ceea ce asigură o încărcare totală a bateriei de acumulate.

Pentru a realiza o turație cât mai ridicată a motorului se demontează toate bujiile (respectiv injectoarele), iar pentru o umplere completă a cilindrilor cu aer, în cazul motoarelor cu carburator, se deschide complet clapeta de accelerație.

Se așază capul de cauciuc al compresometrului (fig. 4.26) pe orificiul bujiei

(respectiv se înșurubează racordul la orificiul injectorului) după care se antrenează motorul cu 10...12 rotații ale arborelui cotit, pînă cînd acul indicator al manometrului se stabilizează la o anumită valoare a presiunii. Se repetă operația respectivă pentru fiecare cilindru al motorului și se notează valorile măsurate.

După terminarea operațiilor de măsurare, se montează la loc bujiile (respectiv injectoarele) și se închide clapeta de accelerație.

Diferența între presiunile înregistrate la diverși cilindri ai motorului, nu trebuie să fie mai mare de 1 daN/cm² la motoarele cu aprindere prin scînteie și de 2 daN/cm² la motoarele cu aprindere prin compresie. În cazul unei diferențe mari de presiune între diferiți cilindri, se toarnă 20—25 cm³ de ulei în cilindrul cu compresie scăzută și se repetă operația de măsurare. Dacă mărimea presiunii după turnarea uleiului este mai ridicată, atunci aceasta indică existența pierderilor de aer la segmentii de piston. Dacă mărimea compresiei după turnarea uleiului în cilindru este identică cu cea măsurată înainte de a introduce uleiul, atunci aceasta arată existența unei neetanșeități între supapă și scaunul ei sau la garnitura de chiulasă.

Asupra rezultatelor măsurărilor cu ajutorul compresometrului are o influență negativă: turația motorului, temperatura pieselor mecanismului motor, precum și inerția maselor în mișcare ale aparatelor de măsură.

Valoarea măsurată a presiunii de compresie este influențată de durata cursei de compresie, cu alte cuvinte, de turația arborelui cotit. În general, la turațiile realizabile cu electromotul de pornire o variație nesemnificativă pentru turație, Δn , produce o variație apreciabilă pentru presiune, Δp (fig. 4.27). Este foarte greu de asigurat aceeași turație la fiecare determinare, deoarece ea depinde de mai mulți factori ca: pier-

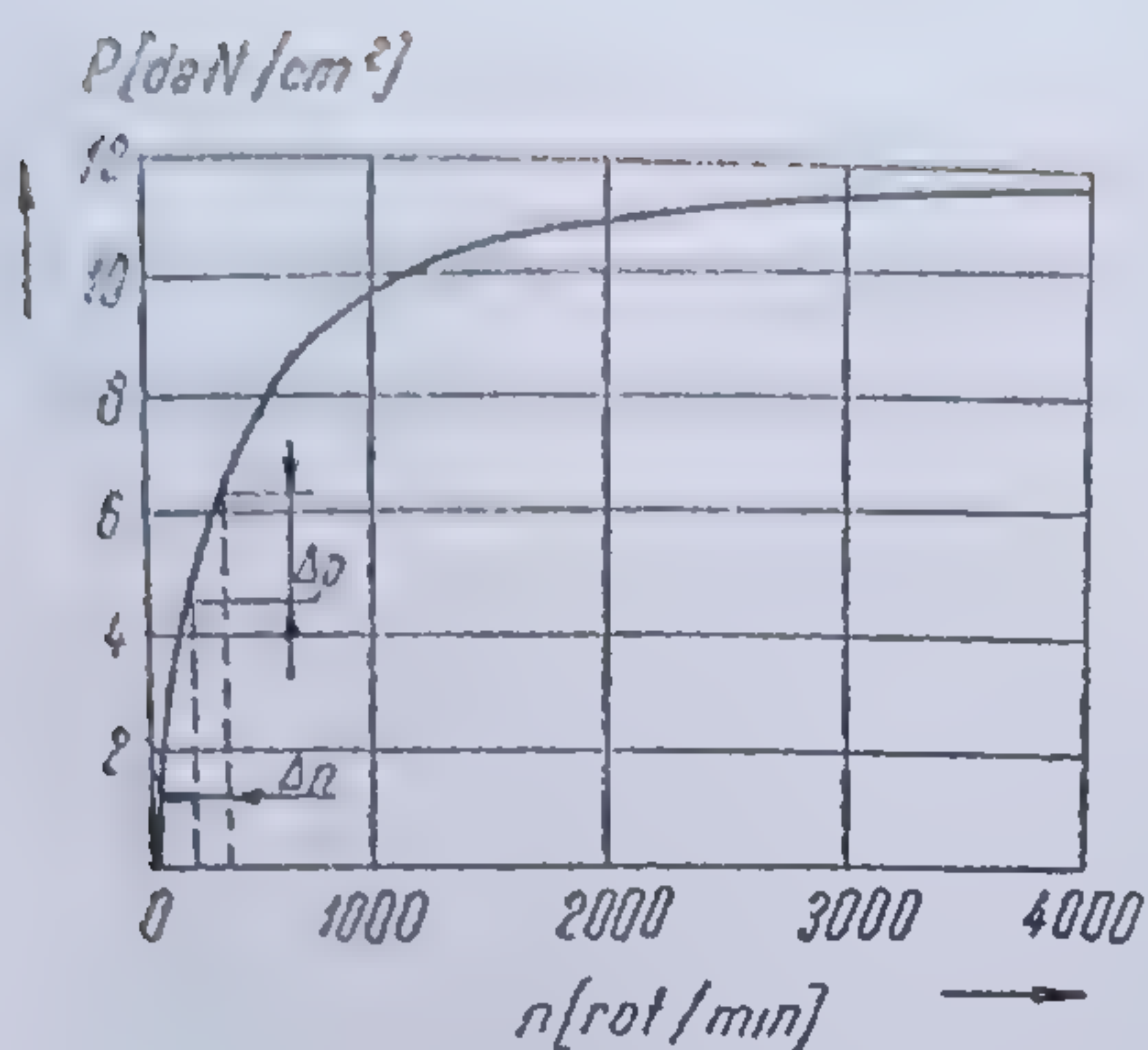


Fig. 4.27. Diagrama de variație a presiunii de compresie în funcție de turație.

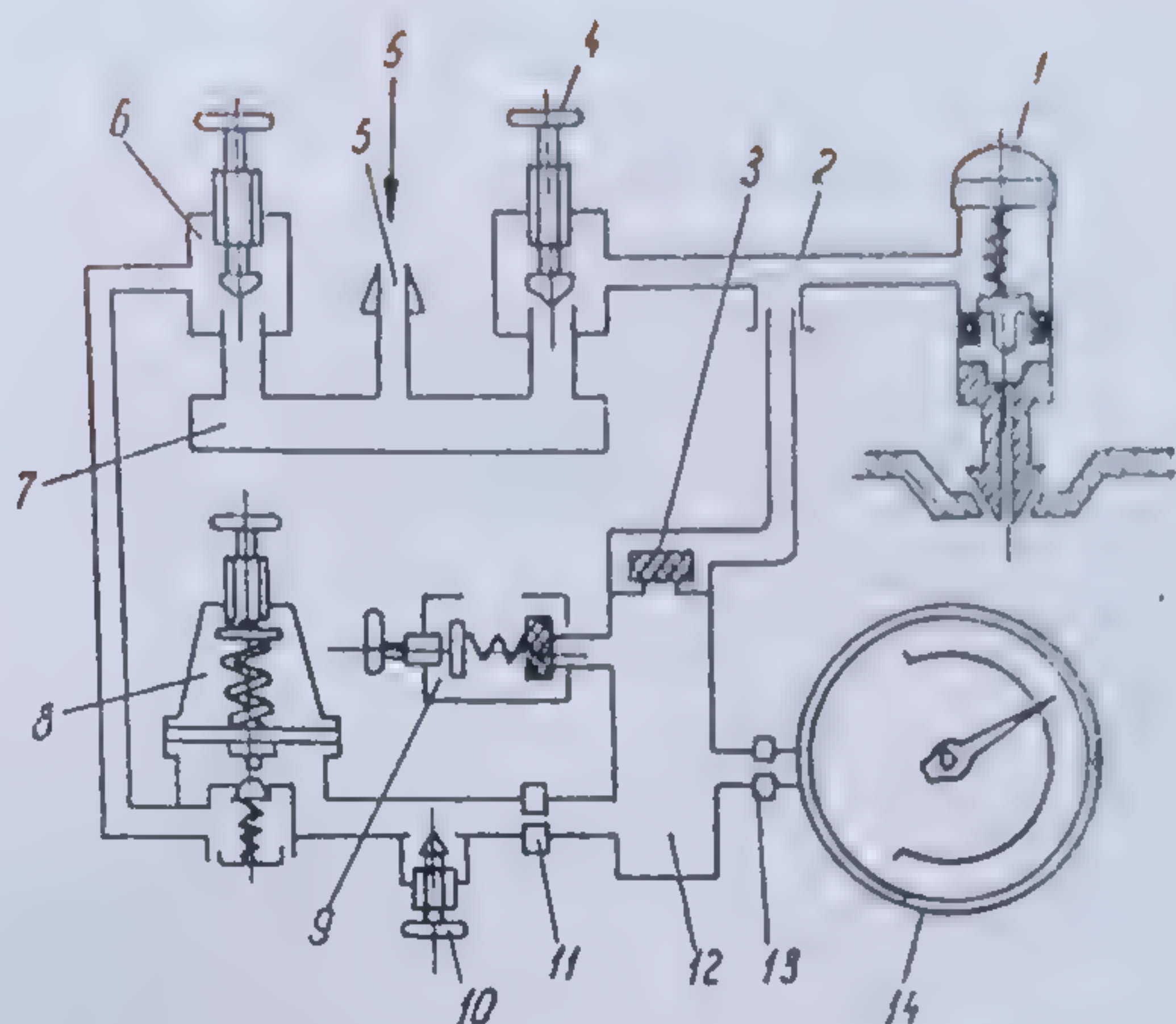


Fig. 4.28. Pneumometru.

derile prin frecare în motor, starea generală a bateriei de acumulare, gradul de încărcare a bateriei, starea cablurilor de legătură între baterie și electromotor.

Temperatura motorului intervine direct sau indirect asupra modificărilor privind presiunea de compresie. Influența directă se manifestă prin temperatura care asigură o capacitate de etanșare mai bună sau mai rea segmentilor, în funcție de viscozitatea lui, iar cea indirectă prin modificarea turației care este determinată de pierderile prin frecare care depind tot de viscozitatea uleiului. În asemenea situații este foarte dificil de asigurat condiții identice de măsurare.

Erorile de măsurare, datorate inerției maselor în mișcare din compresometru, se pot diminua sensibil prin micșorarea masei ventilului (v. fig. 4.26), precum și prin așezarea acestui ventil cât mai aproape de camera de ardere, deci la partea inferioară a compresometrului.

Diagnosticarea stării tehnice a grupului cilindru-piston și a mecanismului de distribuție cu pneumometrul. Aceasta se poate realiza prin măsurarea scurgerii aerului comprimat prin neetanșeități. Se poate determina pentru fiecare cilindru al motorului uzura, pierderea elasticității și ruperea segmentilor, uzura sau urmele de rizuri la cilindri, pierderea etanșeității supapelor și a garniturii de chiulasă.

Pentru efectuarea verificării cu pneumometrul este necesar să se demonteze bujiile (respectiv injectoarele) din locașul lor, și să se cupleze corpul sondei 1 (fig. 4.28) de la capătul conductei de aer 2, cu acesta, supapele motorului fiind în poziție închisă. Aerul comprimat de la un compresor sau de la rețeaua de aer comprimat intră prin ștuțul de admisie 5, în colectorul 7. La deschiderea ventilului 6 și la închiderea ventilului 4, se realizează circuitul de măsurare, aerul comprimat intrând în reductorul de presiune 8, trece prin plesa cu orificiul calibrat 11, al camerei de aer 12, și al orificiului 13, și ajunge la manometrul 14. Simultan aerul din camera 12, prin supapa de scăpare 3, conducta de aer 2, și sonda 1 din camera 12, prin supapa de scăpare 3, conducta de aer 2, și sonda 1 intră în cilindrul motorului. Astfel, manometrul 14, care lucrează pe principiul vaselor comunicante, indică presiunea aerului din cilindrul motorului ținând cont de pierderile prin neetanșeități. Supapa de siguranță 9 se deschide când presiunea crește peste 2,5 daN/cm². Înainte de a începe

măsurătorile este necesar, cu ajutorul reductorului 8, să se regleze presiunea la mărimea sa de lucru (2 daN/cm^2), iar cu supapa de reglare 10, să se tareză indicațiile manometrului 14. La o etanșeitate totală a cilindrului verificat presiunea aerului în camera 12, va fi egală cu presiunea aerului după reductor, care corespunde cu indicația zero a manometrului. În realitate însă există pierderi însemnate de aer prin jocurile create între cilindru și segmenti, ceea ce se poate aprecia indirect cu ajutorul manometrului 14. Înaintea orificiului calibrat 11, presiunea este p_1 iar în camera 12, p_2 . Din cauza pierderilor de aer manometrul va indica diferența de presiune:

$$\Delta p = p_1 - p_2.$$

Cantitatea de aer V scăpată prin neetanșeitățile cilindrului se poate determina cu relația:

$$V = \mu A \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}, \quad (4.10)$$

unde A este aria secțiunii orificiului calibrat 11, iar μ coeficientul de debit. Din relația (4.10) se poate exprima diferența de presiune:

$$\Delta p = \frac{2\mu^2 A^2}{\rho V^2} = K \frac{V^2}{\mu^2}, \quad (4.11)$$

constanta:

$$K = \frac{\rho}{2A^2}.$$

Rezultă din relația (4.11), că diferența de presiune măsurată la manometrul 14, depinde, neliniar, de volumul de aer scăpat prin neetanșeități și deci scara aparatului indicator, de stare tehnică, trebuie să țină cont de această dependență neliniară. De regulă, mărimile sînt indicate pe scara manometrului în procente, indicației 0% corespunzîndu-i presiunea reglată de reductorul 8, deci supapa închisă la sonda 1, iar indicației 100% îi corespunde sonda cu supapa deschisă și necuplată la unul din cilindrii motorului.

Diagnosticarea se desfășoară cu motorul încălzit și cu bujiile (respectiv injectoarele) demontate. Alimentarea aparatului cu aer comprimat se realizează la o presiune de 3 daN/cm^2 . Măsurătorile se efectuează în două poziții ale pistonului, la PMS (y_2), respectiv PMI (y_1) cu ambele supape în poziție închisă.

Evaluarea stării tehnice a cilindrului se realizează după mărimea pierderilor de presiune y_2 și diferența de presiune ($y_2 - y_1$), iar starea tehnică a segmentilor de piston și a supapelor — după mărimea y_1 (tab. 4.4).

Pentru a stabili defecțiunea segmentilor de piston este necesar să se închidă ventilul 6, și să se deschidă ventilul 4 al aparatului și să se alimenteze direct cilindrul cu pistonul așezat la PMS cu o presiune de $5-6 \text{ daN/cm}^2$ (v. fig. 4.28).

La o uzură a segmentilor de piston se aude clar zgomotul care se produce datorită ieșirii aerului prin orificiul de umplere cu ulei al carterului-motor. La neetanșeitatea supapelor în mod vizibil oscilează

Tabelul 4.4

Pierderile admisibile de aer comprimat, în %, din cilindrii motorului

Pierderea de aer [%]	Motoare cu aprindere prin scînteie			Motoare cu aprindere prin compresie	
	diametrul cilindrului [mm]			diametrul cilindrului [mm]	
	51—75	76—100	101—120	76—100	101—130
γ_2	15	30	50	40	52
γ_1	5	10	20	15	22
$\gamma_2 - \gamma_1$	10	20	30	25	30

acul indicator al aparatului și la comutarea circuitului de aer prin ventilul 4, se aude un șuierat datorită scurgerii aerului prin colectorul de admisie, respectiv evacuare.

Pentru verificarea etanșeității garniturii de chiulasă se udă capetele acesteia cu ulei. Se alimentează cu aer comprimat prin ventilul 4, cilindrii și se urmărește apariția bulelor de aer la capetele udate ale garniturii sau zgomotul care poate să apară la cilindrii vecini sau la bușonul radiatorului. În cazul în care nu sînt sesizate aceste fenomene garnitura de chiulasă este în stare bună.

Starea tehnică a lagărelor arborelui motor se poate aprecia prin sesizarea bătăilor cu ajutorul unui stetoscop sau prin urmărirea căderii presiunii de ulei, în funcție de parcurs, la manometrul existent pe bordul automobilului. Variația presiunii uleiului în rampa principală de ungere în funcție de parcurs este indicată în figura 4.29 pentru două tipuri de motoare (m.a.s și m.a.c) la diferite turații și condiții de exploatare. Pentru motorul cu aprindere prin compresie se prezintă, în corelație cu figura 4.29, variația uzurii și ovalității pentru fusurile paliere și manetoane ale arborelui cotit în funcție de parcurs în figura 4.30. Prin compararea celor două diagrame se poate constata corelația strînsă între presiunea de ulei din instalația de ungere și uzura arborelui cotit.

Operațiile privind întreținerea mecanismului motor, care se referă în principal la lucrările de verificare, control și strîngere, și periodicitatea execuției lor sînt date în tabelul 4.5 pentru unele motoare fabricate în țara noastră.

Curățirea calaminei se poate face pe cale mecanică sau chimică.

Înlăturarea mecanică se execută după demontarea chiulasei și după înmuierea stratului de calamină cu o soluție dizolvantă, după care se dă jos calamina cu ajutorul unui răzuitor și al unei perii metalice.

Îndepărtarea pe cale chimică se realizează cu sau fără demontarea motorului.

În cazul cînd se face fără demontarea chiulasei, se încălzește motorul pînă la temperatura de regim, după care se demontează bujiile și se introduc în cilindrii cîte 30... 50 cm³ de petrol sau alcool industrial, se montează bujiile și se lasă lichidul în motor 10—12 h; se scot din nou bujiile și se toarnă 30... 50 cm³ de ulei de motor, apoi se rotește arborele cotit cu demarorul, se montează bujiile, se pornește motorul și se lasă să funcționeze 30 pînă la 60 min la turația de mers încet. Se schimbă apoi uleiul din carterul motorului.

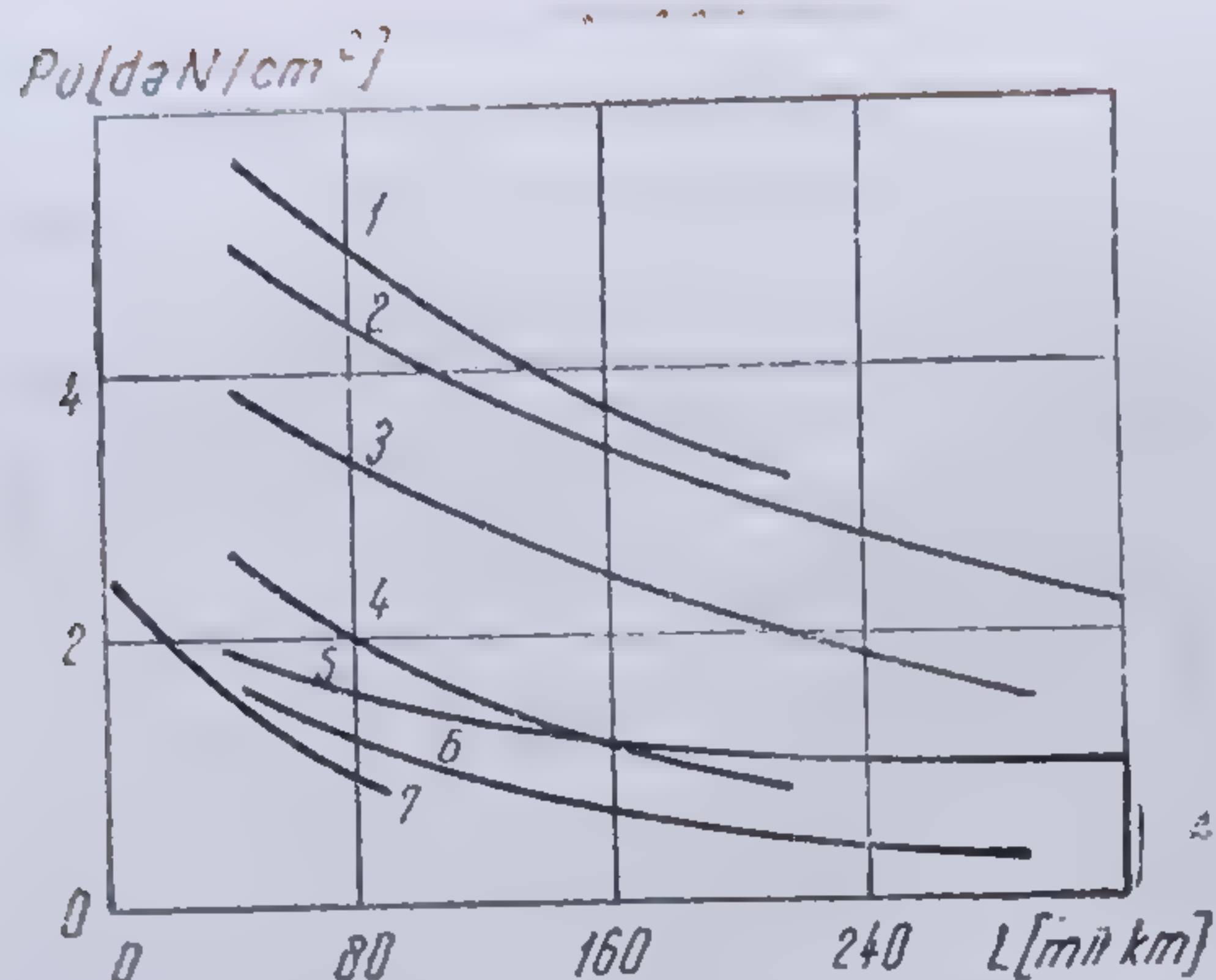


Fig. 4.29. Variația presiunii uleiului în instalația de ungere a motorului în funcție de parcursul automobilului :

1 — IAMZ-236 ; $n = 2100$ rot/min ; 2 — ZIL-130 ; $n = 3200$ rot/min în condiții de șosele asfaltate ; 3 — în condiții de șantier ; 4 — IAMZ-236, $n = 600$ rot/min ; 5 — ZIL-130 ; $n = 1000$ rot/min în condiții de șosele asfaltate ; 6 — în condiții de șantier ; 7 — ZIL-130 ; $n = 3200$ rot/min după reparația capitală.

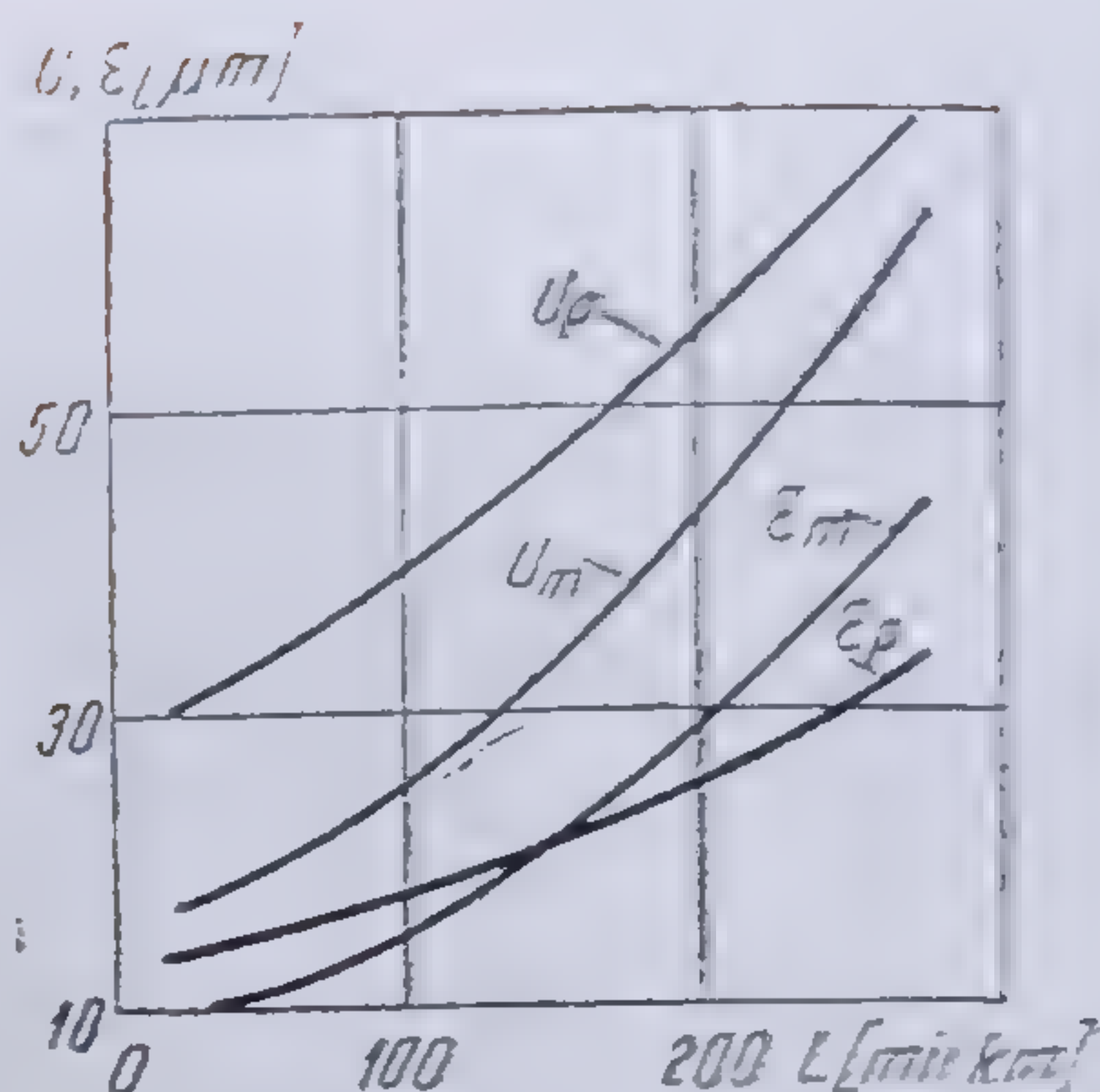


Fig. 4.30. Variații în funcție de parcursul automobilului :

U_p și U_m — a uzurii ; ε_p și ε_m — a ovărității, p — a fusurilor palier, m — a mecanoanelor.

Curățirea chimică cu demontarea motorului se realizează prin cufundarea pieselor de oțel și fontă, timp de mai multe ore, într-o baie încălzită ($80 \dots 95^\circ\text{C}$) care conține 2,5 kg sodă caustică, 31 kg sodă calcinată, 1 kg sticlă solubilă, 0,8 kg săpun și 0,5 kg bicarbonat de potasiu dizolvate la 100 l apă. Piesele din aliaj de aluminiu se cufundă într-o soluție formată din 2 kg sodă calcinată, 1 kg săpun, 0,8 kg sticlă solubilă, 0,5 kg bicarbonat de potasiu la 100 l apă.

Întreținerea tehnică a mecanismului de distribuție. Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare. Mecanismul de distribuție se compune din supape, cu elementele lor de fixare pe scaun și din piesele lanțului cinematic pentru comanda deschiderii acestor supape în funcție de ordinea de lucru a cilindrilor.

Supapele, prin talerul lor, vin în contact cu mediul de lucru și deci sînt supuse unor solicitări mecanice și tehnice ridicate. Temperatura medie a supapei de evacuare, udată de gazele fierbinți, care se scurg cu viteze mari, ajunge la $750 \dots 800^\circ\text{C}$, iar a supapei de admisie la $300 \dots 400^\circ\text{C}$ (fig. 4.31), aceste valori fiind determinate și de regimul de funcționare al motorului. Temperatura ridicată a supapei are consecințe nefavorabile asupra comportării ei în funcționare. Astfel: rezistența mecanică și duritatea materialului se reduc considerabil (de aici necesitatea unor materiale refractare); se accentuează înclinarea la gripaj a tijei în bușa de ghidare; se produce deformarea talerului, din cauza cîmpului ridicat și neuniform de temperatură, ceea ce împiedică contactul perfect, lucru ce va provoca înrăutățirea etanșeității și deci scăderea performanței motorului; se intensifică uzura corozivă a supapei, întrucît oxidarea metalului este înlesnită de temperatura ridicată. La creșterea temperaturii supapei de evacuare cu numai 20°C , de la 730 la 750°C pierderea de greutate din cauza uzurii corozive se dublează, iar la creșterea cu încă 10°C , devine de patru ori mai mare.

Schimbarea stării tehnice a mecanismului de distribuție se caracterizează și printr-o uzură intensă a componentelor sale, care se concreti-

Tabelul 4.5

Operațiile privind întreținerea tehnică a mecanismului motor

Felul lucrărilor	Operația	Periodicitatea [km echivalenți]			Condiții tehnice		
		Dacia 1300	D797-05 SAVIEM	D2156 HMIN ROMAN	Dacia 1300	D797-05 SAVIEM	D2156 HMIN ROMAN
Control-verificare	Verificarea bătăii lagărelor paliere, de bielă, a pistoanelor și bolțului de piston. Verificarea etanșeității imbinărilor. Verificarea fixării pe cadru.	Zilnic la plecarea sau la înapoierea din cursă			Stetoscop, manometre de ulei, chei fixe		
	Verificarea fumului de evacuare.	—	20 000		Fumetru		
	Verificarea compresiei cilindrilor.	35 000	20 000		Compresometru [daN/cm ²]		
					7,2-8,5	23-27	23-27
Strângeri	Strângerea chiulasei	500 la re-montare	500 idem	500 idem	6,5 daN · m	15,5-16,5 daN · m	18,0 daN · m
	Strângerea capacului culbutoarelor. Strângerea carterului inferior (baia de ulei)	2 500	5 000		1,5-1,75 daN · m	2,0-2,5 daN · m	3,0-3,5 daN · m
	Strângerea colectoarelor de admisie și evacuare.	5 000	10 000		1,5-2,0 daN · m	2,5-3,0 daN · m	

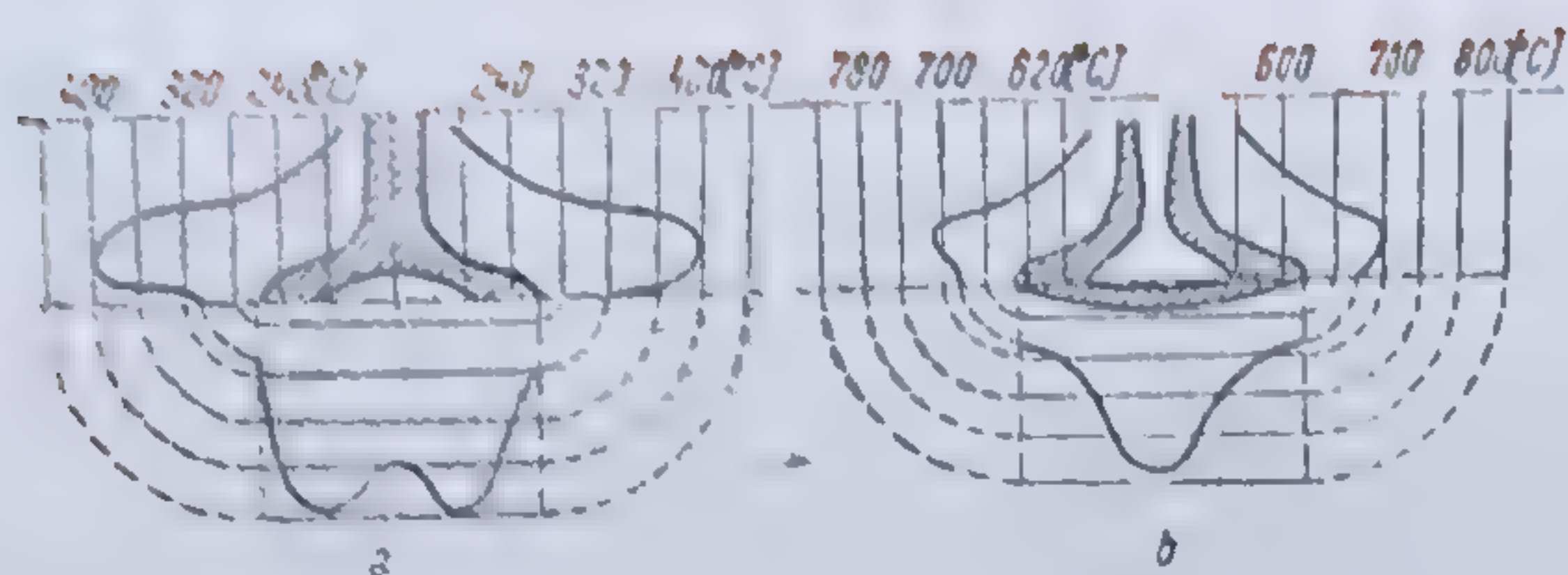


Fig. 4.31. Distribuția temperaturii la suprafața talerului supapei:
a — supapa de admisie; b — supapa de evacuare.

zează în special în uzura fusurilor, bușelor și camelor arborelui de distribuție, a îmbinărilor între tijele supapelor și bușelor de ghidare, a culbutoarelor și capetelor tijelor împingătoare. Aceste uzuri produc schimbarea fazelor de distribuție, creșterea consumului de ulei prin ardere și în final scăderea puterii și ridicarea consumului de combustibil pe motor.

De exemplu, creșterea jocului între tija și ghidul supapei produce sporirea cantității de ulei care scapă în camera de ardere pe lângă supape (mai ales la supapa de admisie), înrăutățirea transferului de căldură, intensificarea zgomotului, creșterea cantității de gaze arse scăpate în carterul motorului (la supapa de evacuare) și reducerea puterii motorului din cauza sucțiunii aerului în cilindri din carterul motorului (la supapa de admisie). Din diagramele figurii 4.32 se poate observa o uzură diferențiată a pieselor și în general acestea sînt intense pentru componentele mai solicitate termic și mecanic (de exemplu pentru tija și ghidul supapelor de evacuare sau vârful camelor).

Prin uzura camelor arborelui de distribuție, a tacheților, a culbutoarelor și capetelor tijei supapelor se modifică fazele de distribuție care influențează în mare măsură asupra umplerii cilindrilor și implicit asupra principalilor parametri tehnico-energetici ai motorului. Modificări mici ale cursei supapei Δh (fig. 4.33) produse de uzură sau de un reglaj imperfect, provoacă la începutul și la sfîrșitul cursei mari decalaje unghiulare (fig. 4.33).

Astfel, jocul termic prevăzut inițial la mecanismul de distribuție în scopul preluării dilatărilor la tija supapei și la ansamblul sistemului de

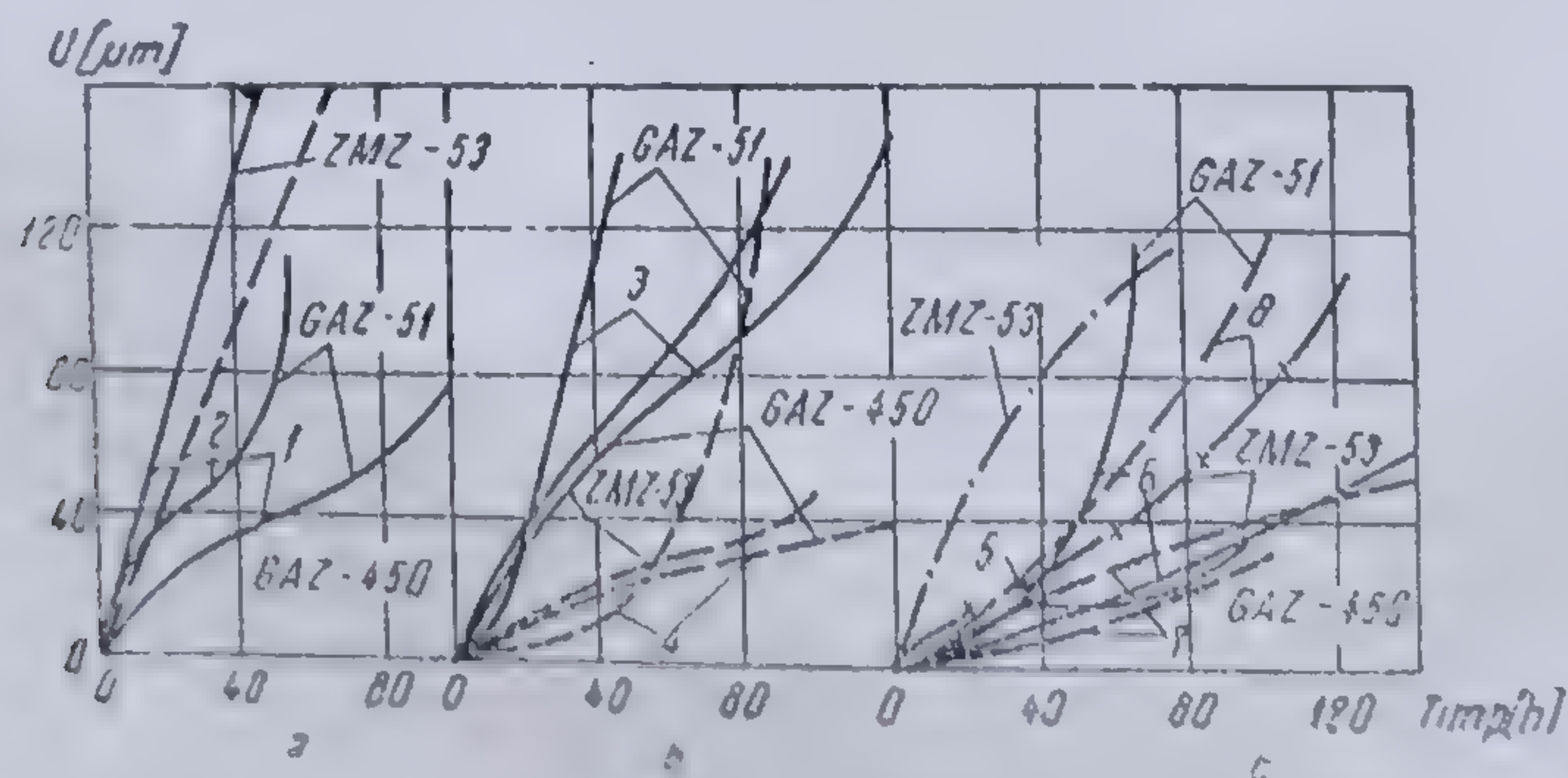


Fig. 4.32. Variația uzurii pieselor mecanismului de distribuție pentru autocamioane în funcție de durata încercării pe stand:

a — uzura vârfului camelor arborelui de distribuție; b — uzura bușei și fusului de sprîjin ale arborelui de distribuție; c — uzura ghidului și tijei supapei;
1 — supapa de evacuare; 2 — supapa de admisie; 3 — bușa; 4 — fusul;
5 — ghidul supapei de evacuare; 6 — tija supapei de admisie; 7 — ghidul supapei de admisie; 8 — tija supapei de evacuare.

acționare se va modifica. Reglarea periodică a jocului trebuie să asigure o funcționare normală a motorului în așa fel ca, regimul termic și de lucru să nu introducă perturbații în desfășurarea corectă a ciclului motor. Deosebit de important este de a respecta condițiile prescrise pentru reglarea acestui joc și mai ales starea de încălzire a motorului, deoarece valoarea jocului variază mult în funcție de temperatura apei de răcire (fig. 4.34). Tot în acest sens, este util de reținut că orice abatere de la valoarea prescrisă a jocului poate provoca anomalii în funcționarea motorului. În cazul unor jocuri prea mici (chiar dacă prin dilatația termică nu se anulează acest joc) datorită forțelor de inerție ce iau naștere în sistemul de acționare al supapelor, apar deformații ce pot provoca eliminarea jocului respectiv (v. fig. 4.34).

În cazul unor jocuri prea mari, în afara reducerii cronosecțiunii supapelor crește solicitarea cu șoc a pieselor. Dacă jocul crește numai de la 0,152 la 0,508 mm, uzura scaunului și a talerului supapei a crescut de opt ori, ceea ce se explică prin faptul că viteza de așezare a supapei pe scaun a crescut de la 0,336 la 0,732 m/s, iar energia cinetică de șoc, este proporțională cu pătratul vitezei. De asemenea, un joc termic sporit, reduce performanțele de silențiozitate a motorului, iar un joc prea mic duce la neetanșeități și la posibilitatea arderii talerului supapelor.

În consecință, datorită schimbării stării tehnice a mecanismului de distribuție, în procesul de exploatare, apar două tipuri de lucrări de întreținere: lucrări pentru reglarea jocului normal între supape și culbutoare și lucrări pentru restabilirea etanșeității supapelor.

Diagnosticarea stării tehnice și operații de întreținere. Diagnosticarea stării tehnice a mecanismului de distribuție și, în special, a stării supapelor se realizează cu aceleași aparate

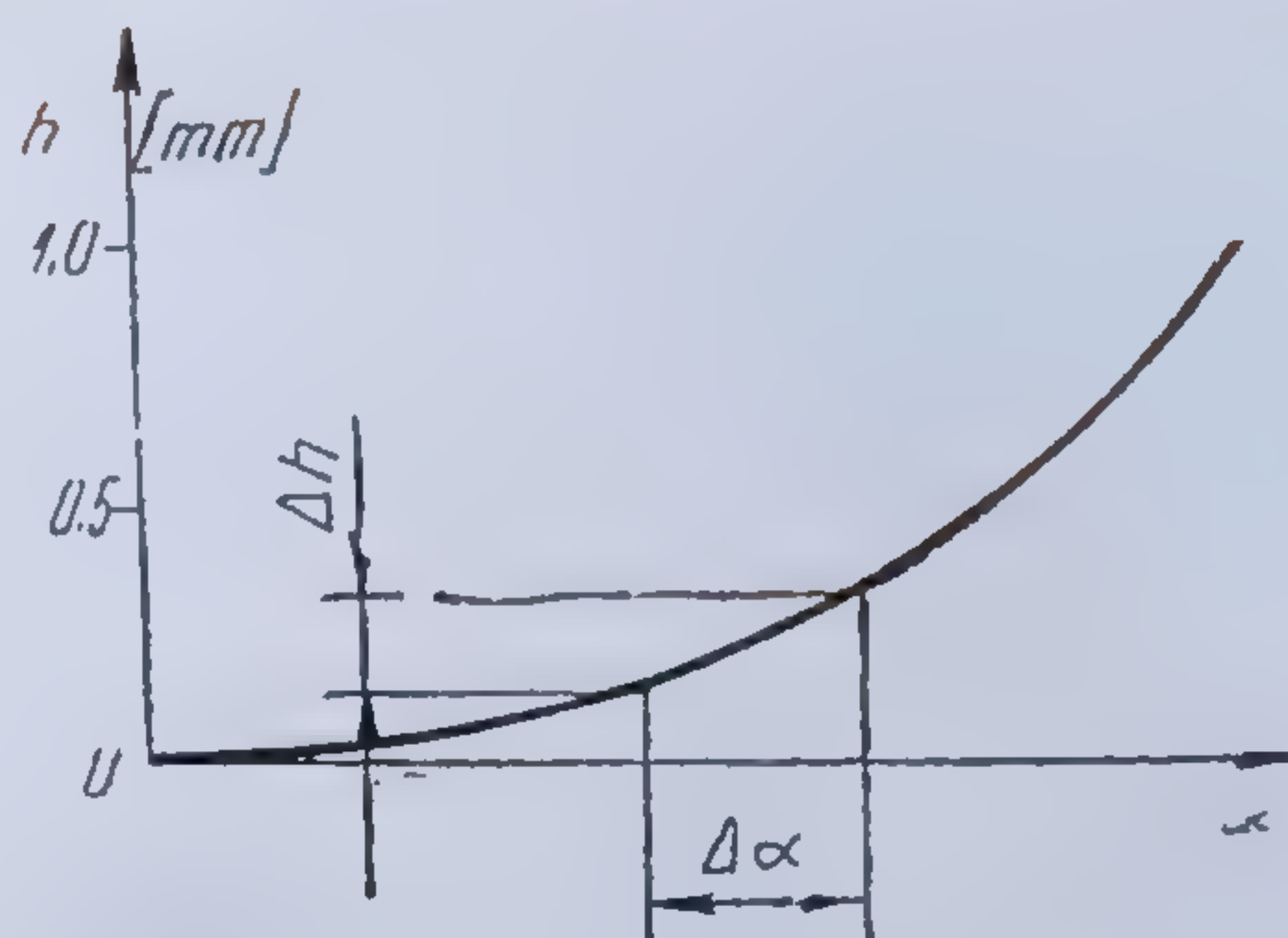


Fig. 4.33. Modificarea decalajelor unghiulare la fazele de distribuție în funcție de mărimea jocurilor între supapă și culbutor.

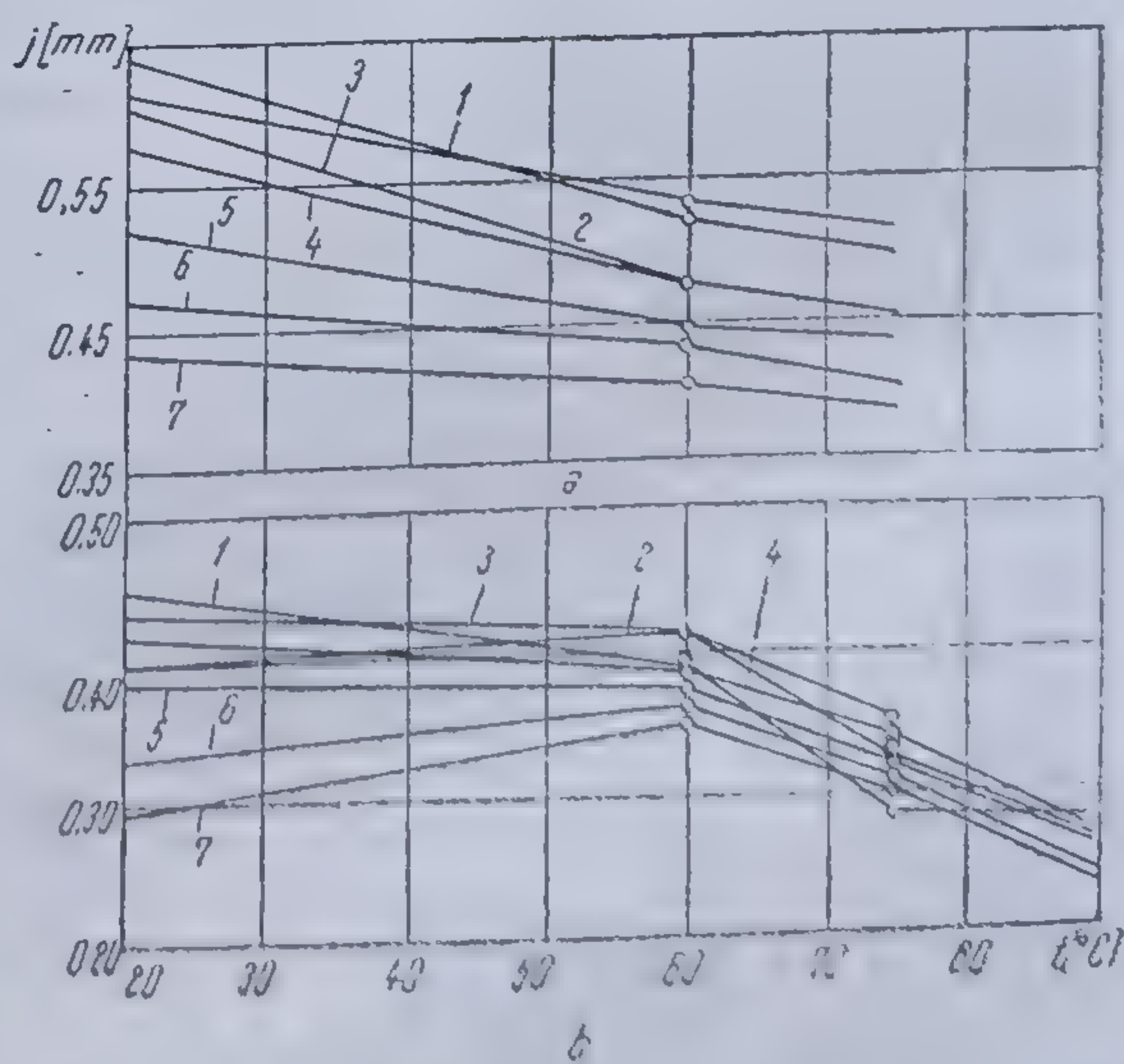


Fig. 4.34. Variația jocului termic al supapei în funcție de temperatura apei de răcire la diferite turații ale motorului:

a — supapă de admisie; b — supapă de evacuare; 1 — la $n = 2400$ rot/min; 2 — 3200 rot/min; 3 — 1800 rot/min; 4 — 1600 rot/min; 5 — 1200 rot/min; 6 — 800 rot/min; 7 — 600 rot/min

cu care se verifică și etanșeitatea îmbinării cilindru-piston (compresometrul și pneumometrul).

Depășirea peste limitele admisibile a jocurilor între supape și culbutoare, se poate sesiza după zgomotul produs imediat după pornirea motorului rece, când pot fi înregistrate țâcănituri ascuțite în zona rampei culbutoarelor. Valoarea jocului se stabilește prin măsurarea cu ajutorul pachetului de lame calibrate (spioni).

Operația de refacere a etanșeității se realizează în funcție de gradul de uzură al talerului supapei și al scaunului ei. În cazul când uzura este mică sau deformațiile talerului sînt neglijabile, se face numai o șlefuire corp la corp a supapei cu scaunul, în prealabil executîndu-se alezarea sau rectificarea scaunului de supapă. În situația când uzura celor două piese este apreciabilă și datorită deformațiilor termice ale talerului supapei apar zone întinse de neetanșeați pe conul de contact, se execută rectificarea supapelor și alezarea scaunelor lor, urmată de o șlefuire (rodare) corp la corp.

Șlefuirea supapei se execută cu ajutorul coarbei sau al mașinii manuale de găurit. În acest scop, se acoperă suprafața de lucru a fiecărei supape cu un strat subțire și uniform de pastă de șlefuit după care se introduce pe tija supapei un arc slab de oțel și se așază supapa la loc. Cu ajutorul coarbei, sau mașinii de găurit, se rotește supapa cu cîte o jumătate de rotație în ambele sensuri, apăsîndu-se ușor pe scaun în cursul rotirii și ridicînd supapa la schimbarea sensului de rotație (ridicarea se realizează cu ajutorul arcului montat în prealabil). În felul acesta, pasta de șlefuit va fi în contact permanent cu suprafețele în frecare. Pe măsura consumării pastei, suprafețele de lucru trebuie acoperite cu un strat proaspăt de pastă.

Se folosesc și aparate care asigură rotirea în ambele sensuri, iar rotirea manivelei se face în mod continuu, într-un singur sens. Supapele care nu au un șanț pentru a fi rotite cu ajutorul șurubelniței, se mișcă cu ajutorul ventuzei de cauciuc.

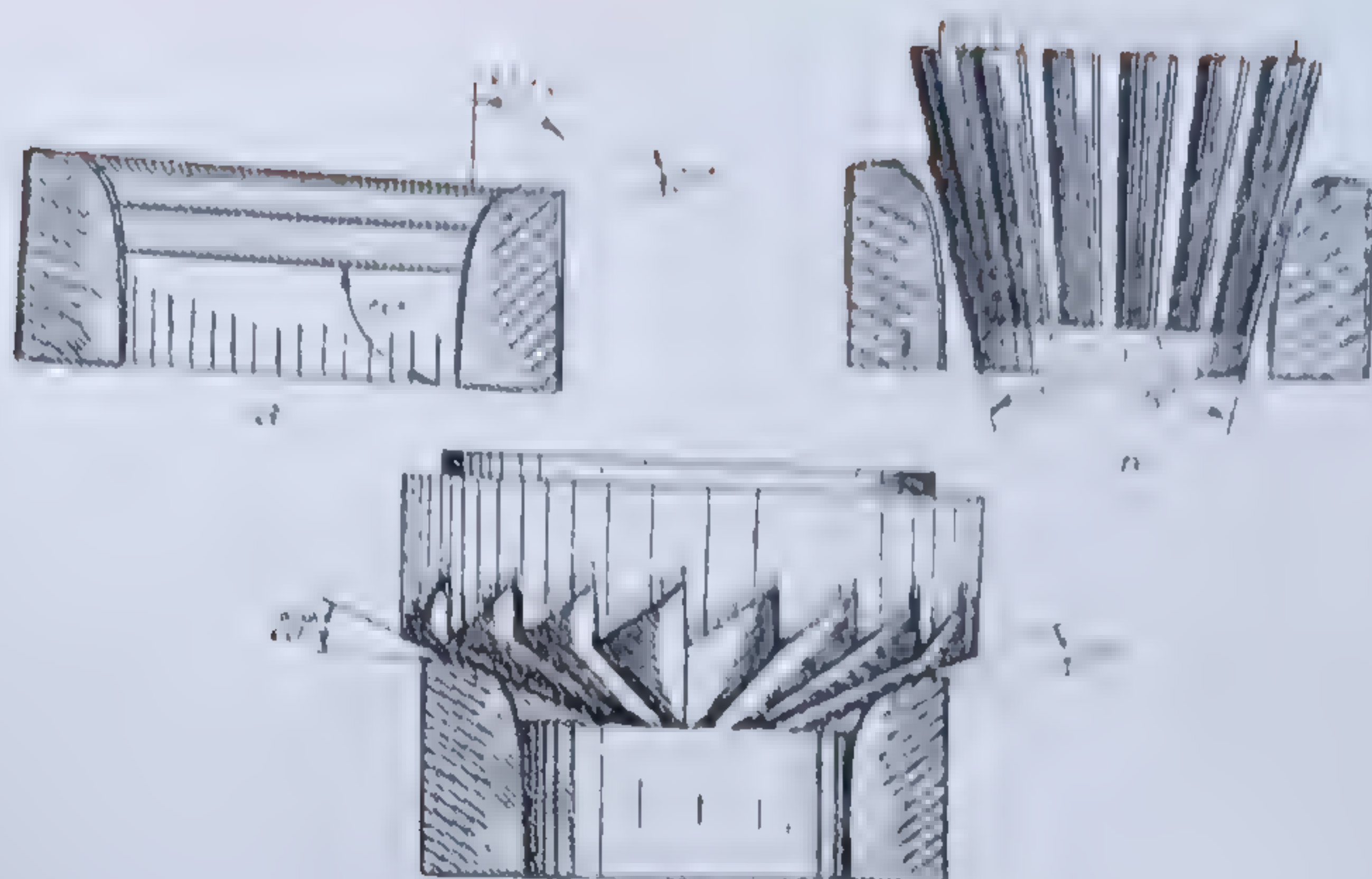
Șlefuirea se face timp de 2—3 min, după care supapa se scoate la control. Pe suprafața de lucru a unei supape bine șlefuite trebuie să se observe clar o dungă mată și uniformă de 2...3 mm lățime. Același aspect trebuie să-l aibă și suprafața de lucru a scaunului supapei. Șlefuirea bună a supapei se poate controla trăgînd cu creionul colorat cîteva linii pe suprafața de lucru, după care supapa se așază la loc, rotindu-se cu 360°. Liniile rămase, neșterse, indică neetanșeitatea supapei.

Verificarea etanșeității supapei se poate realiza și prin turnarea unei cantități de petrol în poarta supapei. Dacă nu apar în zona camerei de ardere (timp de 10—15 min) urme de petrol, șlefuirea s-a executat corect. La fel, etanșeitatea se mai poate verifica și cu ajutorul unei pîlîi de cauciuc care se prinde de suprafața inferioară a chiulasei. Pentru o mai bună aderență se curăță bine suprafața și se acoperă cu un strat de cretă. Aprecierea etanșeității se face prin timpul cît pîlnia stă complet lipită de suprafața respectivă.

La operația de alezare pentru scaune cu uzuri mai avansate, trebuie ca scaunul supapei să fie concentric cu ghidajul supapei. Pentru aceasta se folosește o bucsă elastică pentru centrarea dornului frezei.

Alezarea se face pînă cînd punctele de uzură dispar complet. După această operație scaunul trebuie readus la lățimea corectă a suprafeței de

Fig. 4.35. Freze pentru alezarea scaunelor de supape.



etanșare (fig. 4.35, a (aproximativ 2 mm pentru supapele de admisie și 3 mm pentru cele de evacuare). În acest sens se folosesc frezele de $70 \dots 75^\circ$ (fig. 4.35, b) care măresc puțin diametrul interior al scaunelor și frezele de $15 \dots 20^\circ$ (fig. 4.35, c) care taie puțin din fața de jos a scaunelor. Este necesar ca scaunul alezat să aibă o lățime uniformă, altfel se produc deformări la marginea talerului supapei.

Scaunele de supapă pot fi prelucrate după frezare și prin rectificare, sau dacă uzura este mică, numai prin rectificarea fără frezare. Rectificarea se face cu două pietre de rectificat, una pentru degroșare și alta pentru finisare, fixate de axul principal al mașinii electrice de găurit, care se rotește cu $12\,000 \dots 15\,000$ rot/min.

Tija supapei se poate, de asemenea, uza pe porțiunea cilindrică. Săgeata maximă a bătăii tijei față de talerul supapei trebuie să se încadreze în limitele prescrise de condițiile de fabricație, de asemenea și jocul între ghid și tija supapei (tab. 4.6).

Ghidurile supapei, dacă sînt uzate, se recondiționează prin alezare, aducîndu-se la cota de reparație, sau sînt înlocuite la cota de reparație a tijei supapei.

Întreținerea tehnică a instalației de alimentare cu carburator. Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare. Starea tehnică a instalației de alimentare a motoarelor cu carburator în procesul de exploatare este influențată de foarte mulți factori:

- factori care contribuie la schimbarea cantității de combustibil debitat de carburator;
- factori care contribuie la schimbarea cantității de aer introdusă în cilindrii motorului;
- factori care conduc la creșterea uzurii motorului.

Motorul cu aprindere prin scînteie, în funcție de regimul de funcționare, necesită un anumit dozaj optim. Calitatea necesară a amestecului aer-combustibil se schimbă odată cu turația și sarcina motorului. Optimizarea dozajului se realizează prin reglarea dispozitivelor carburatorului la un coeficient de exces de aer care asigură la sarcini mijlocii un amestec economic, iar la sarcini mari o putere maximă (fig. 4.36).

Tabelul 3.6

Operațiile privind întreținerea tehnică a mecanismului de distribuție

Felul lucrului	Operația	Perioadicitatea [km echivalenți]			Condiții tehnice		
		Dacia 1300	D 797-05 SAVIEM	D 2158 IIMN ROMAN	Dacia 1300	D 797-05 SAVIEM	D 2158 IIMN ROMAN
Control	Verificarea jocului între tija supapei și știft:	La demontare			— —	0,20 0,20	0,20 0,20
	— admisie: nominal maxim admisibil — evacuare: nominal maxim admisibil						
Verificare	Verificarea coaxialității între tija și talerul supapei: bătaia admisibilă	La demontare			0,02	0,02	0,03
Reglare	Jocul între tija supapei și culbutor, cu mo- torul rece:	20 000 20 000	20 000 20 000	20 000 20 000	0,15 mm 0,20 mm	0,20 mm 0,85 mm	0,20 mm 0,25 mm
	— supapa de admisie — supapa de evacuare						
Strângeri	Strângerea capacului de distribuție	15 000	10 000	10 000	0,5 daNm	1,0-1,2 daNm	1,2-1,4 daNm

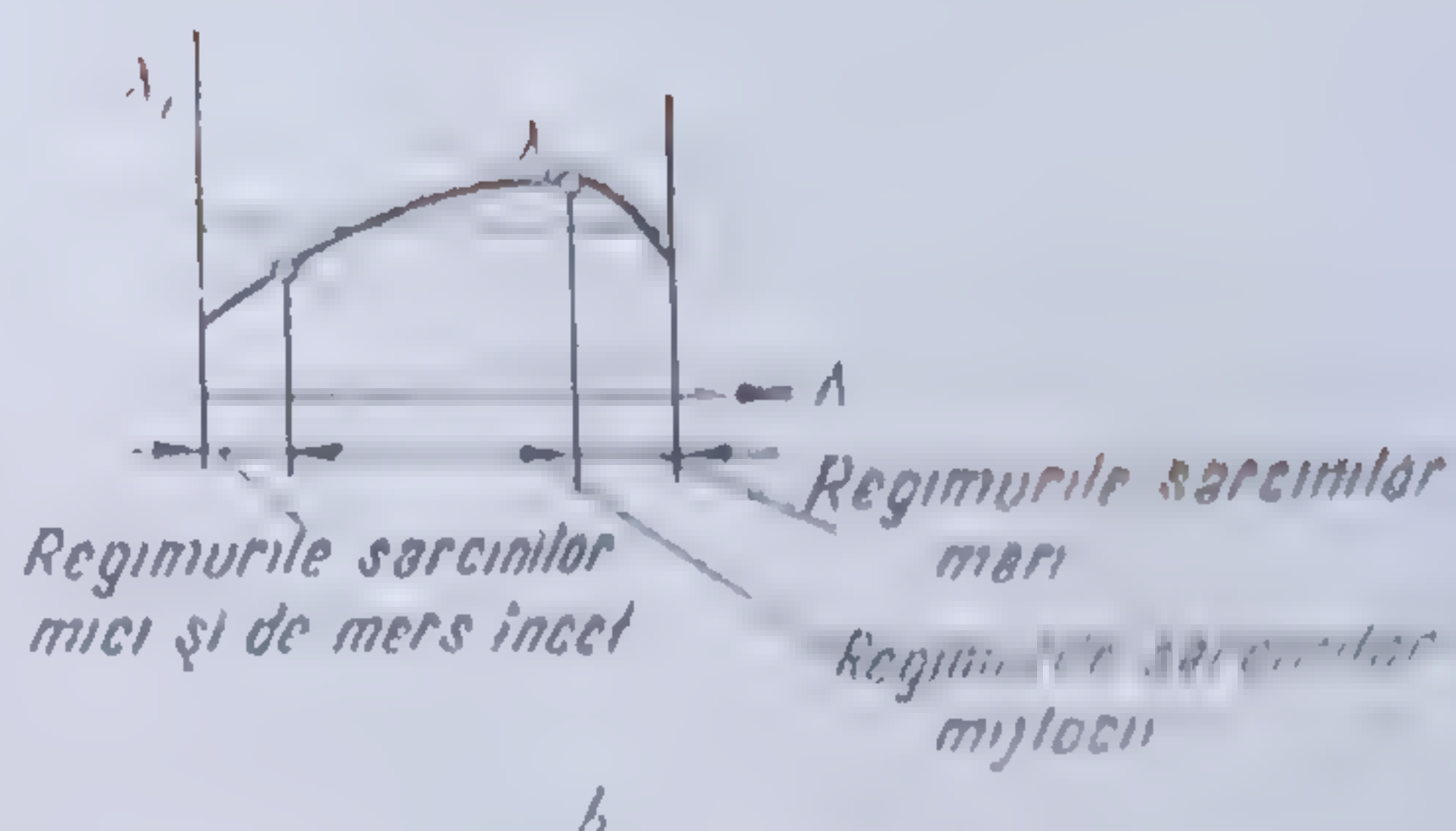
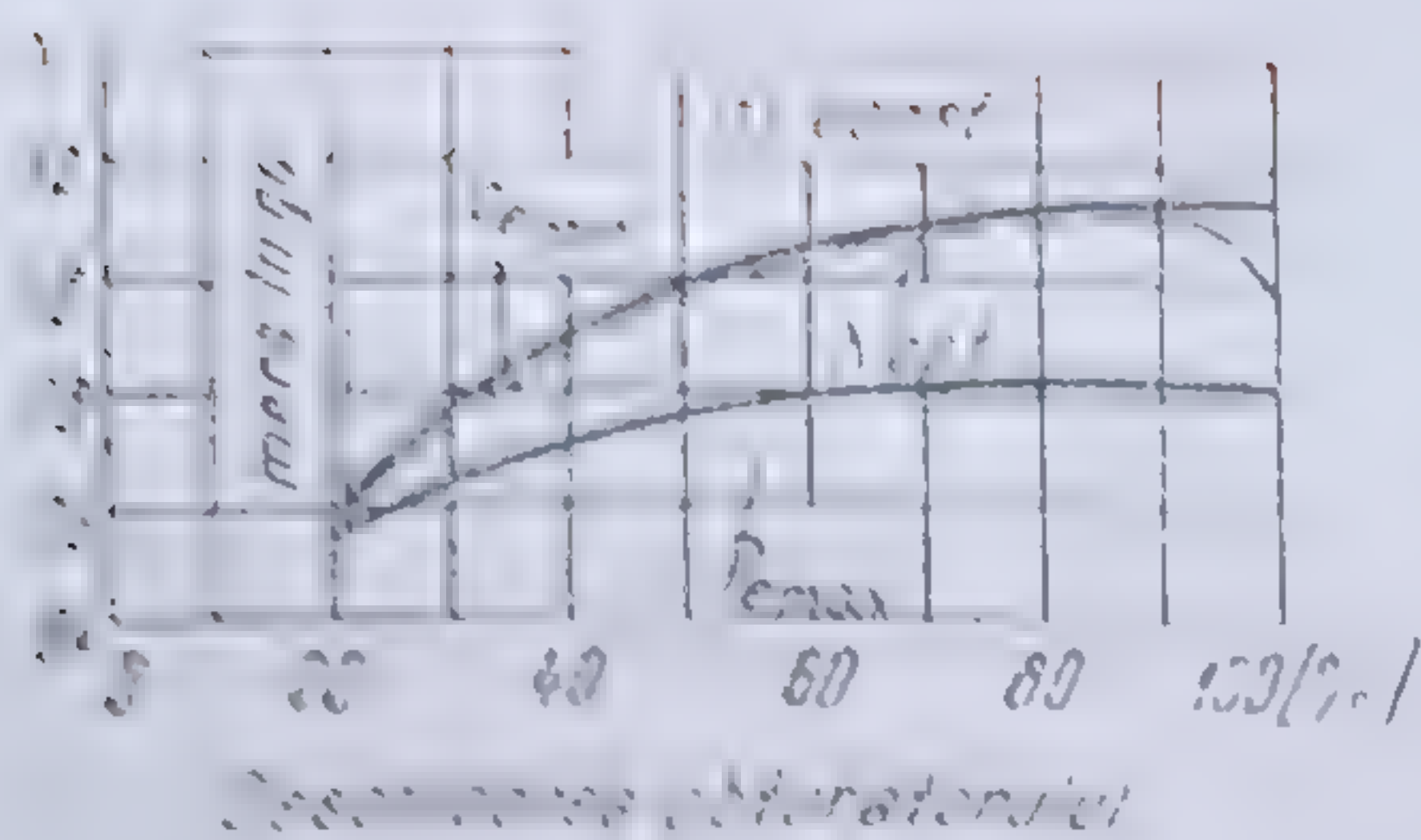


Fig. 4.36. Variația coeficientului de exces de aer optim, în funcție de regimul de funcționare al motorului.

Orice abatere de la acest dozaj optim conduce la micșorarea puterii motorului și la creșterea consumului de combustibil (fig. 4.37).

Din relația de definiție a coeficientului de exces de aer:

$$\lambda = \frac{L}{CL_0} \quad (4.12)$$

unde:

L este cantitatea de aer admis în cilindrii motorului, timp de o oră;

L_0 — cantitatea de aer, teoretic necesară, pentru arderea unui kg de combustibil, în kg;

C — consumul orar de combustibil, în kg/h;

rezultă că abaterea de la dozajul optim este provocat ori de schimbarea cantității de combustibil admis în cilindrii motorului (valoarea lui C), ori de schimbarea cantității de aer introdusă în motor (valoarea lui L).

În general, se poate constata că în funcție de creșterea parcursului automobilului, dereglările sau defecțiunile apărute în instalația de alimentare produc, în cele mai multe situații, schimbarea dozajului și deci nerealizarea valorilor optime pentru coeficientul de exces de aer.

Schimbarea cantității de combustibil debitat de carburator este determinată de:

— decalibrarea jicloarelor de combustibil și de aer;

— abaterea de la nivelul optim din camera de nivel constant al carburatorului;

— neetanșeitarea între supapa plutitorului și scaunul ei;

— schimbarea presiunii de refulare la pompa de alimentare cu combustibil;

— defecțiunile conductelor de combustibil (fisurare, astupare cu diverse impurități sau slăbirea punctelor de racordare cu diverse elemente ale instalației de alimentare ca: rezervor, pompă de combustibil, filtru, carburator etc.);

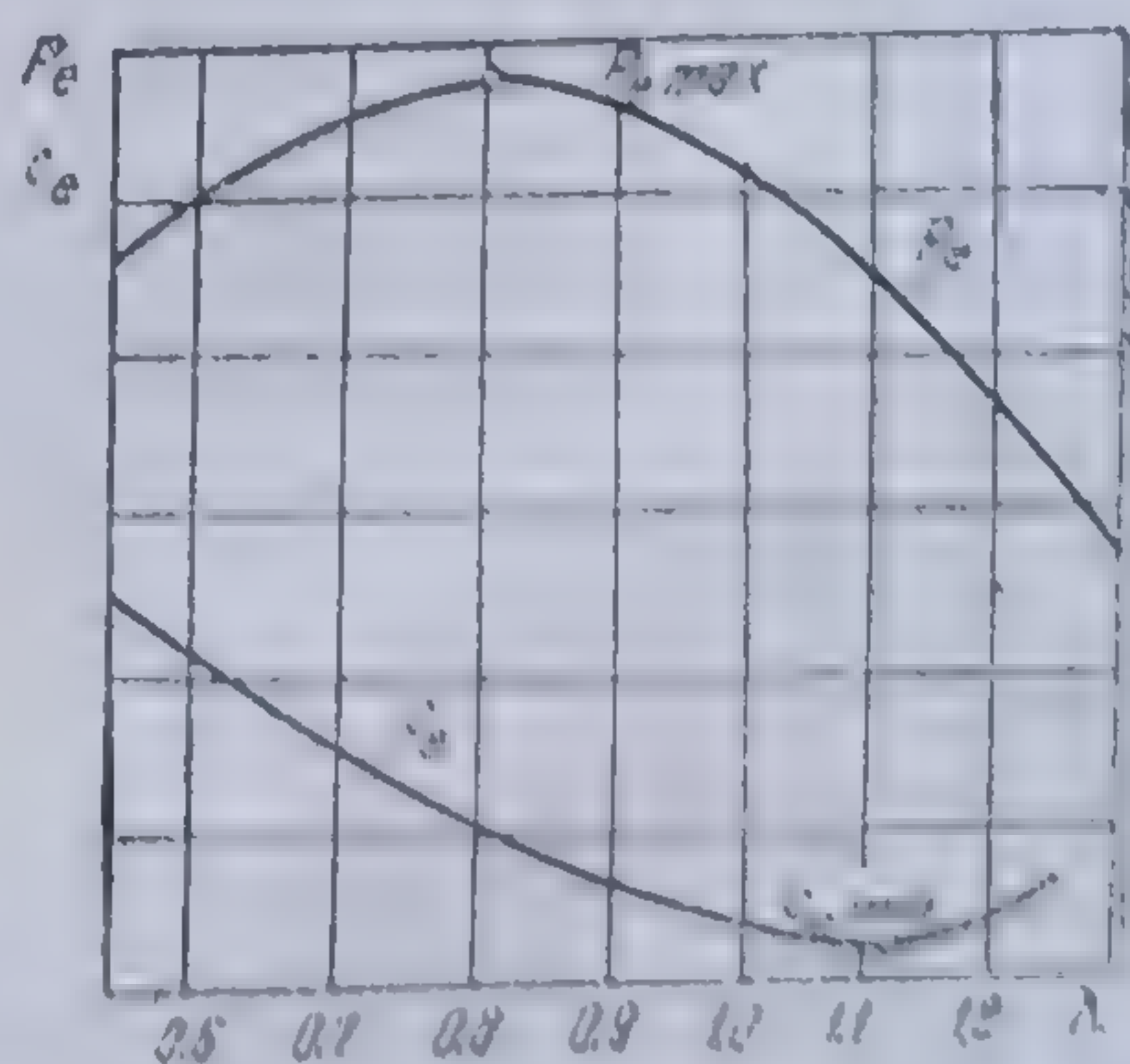


Fig. 4.37. Variația puterii și consumului specific de combustibil al motorului în funcție de coeficientul de exces de aer.

- înfundarea filtrelor de combustibil cu impurități;
- blocarea supapei de aer de la bușonul rezervorului de benzină și altele.

Unele din aceste defecțiuni produc, în funcție de gravitatea lor, schimbarea debitului de combustibil debitat în cilindri. În ambele sensuri, atât creșterea cât și scăderea lui (de exemplu decalibrarea jicloarelor sau schimbarea presiunii de refulare la pompa de combustibil), altele însă provoacă schimbarea debitului numai într-un singur sens (de exemplu: neetanșeitarea supapei plutitorului cu scaunul ei produce creșterea debitului, pe cînd blocarea supapei de aer de la bușonul rezervorului de combustibil reduce acest debit).

În general, o mare parte din defecțiunile amintite, produc și schimbarea nivelului combustibilului în camera de nivel constant al carburatorului, cum sînt presiunea de refulare a pompei de alimentare (fig. 4.38, a), neetanșeitarea supapei plutitorului cu sediul ei, înfundarea filtrelor de combustibil etc. Însă această schimbare a nivelului combustibilului poate fi datorată și altor cauze, care nu sînt legate de defecțiunile din instalația de alimentare, cum este variația greutatei specifice a benzinei (fig. 4.38, b). De aceea, este important de a stabili în timpul diagnosticării instalației de alimentare, ce cauză a produs această abatere de la nivelul optim al combustibilului din camera de nivel constant al carburatorului.

Cantitatea de aer aspirată în motor se schimbă datorită îmbicsirii filtrului de aer cu impurități sau intrării de aer suplimentar nefiltrat prin diferite neetanșeitări ale instalației de alimentare. Aerul aspirat suplimentar prin locurile neetanșee ale instalației (de obicei între flanșa carburatorului și colectorul de admisie sau colectorul de admisie și chiulasă) poartă denumirea în mod convențional de aer fals. Aceasta va produce în mod pronunțat sărăcirea amestecului carburant, datorită

reducerii sensibile a debitului de combustibil prin stabilirea în aceste condiții nefavorabile de funcționare a unei depresii mai mici în difuzorul carburatorului. De obicei, sărăcirea amestecului este atât de puternică că se produc rateuri în carburator.

Schimbarea dozajului amestecului din carburator în afara modificării performanțelor motorului va produce și o serie de funcționări anormale sau uzuri ale motorului.

În cazul cînd amestecul devine prea bogat crește cantitatea de calamină depusă în camera de ardere și pe capul pistonului, crește uzura pieselor cilindru-piston-segmenți, cantitatea substanțelor poluante din gazele de evacuare, pericolul de blocare a seg-

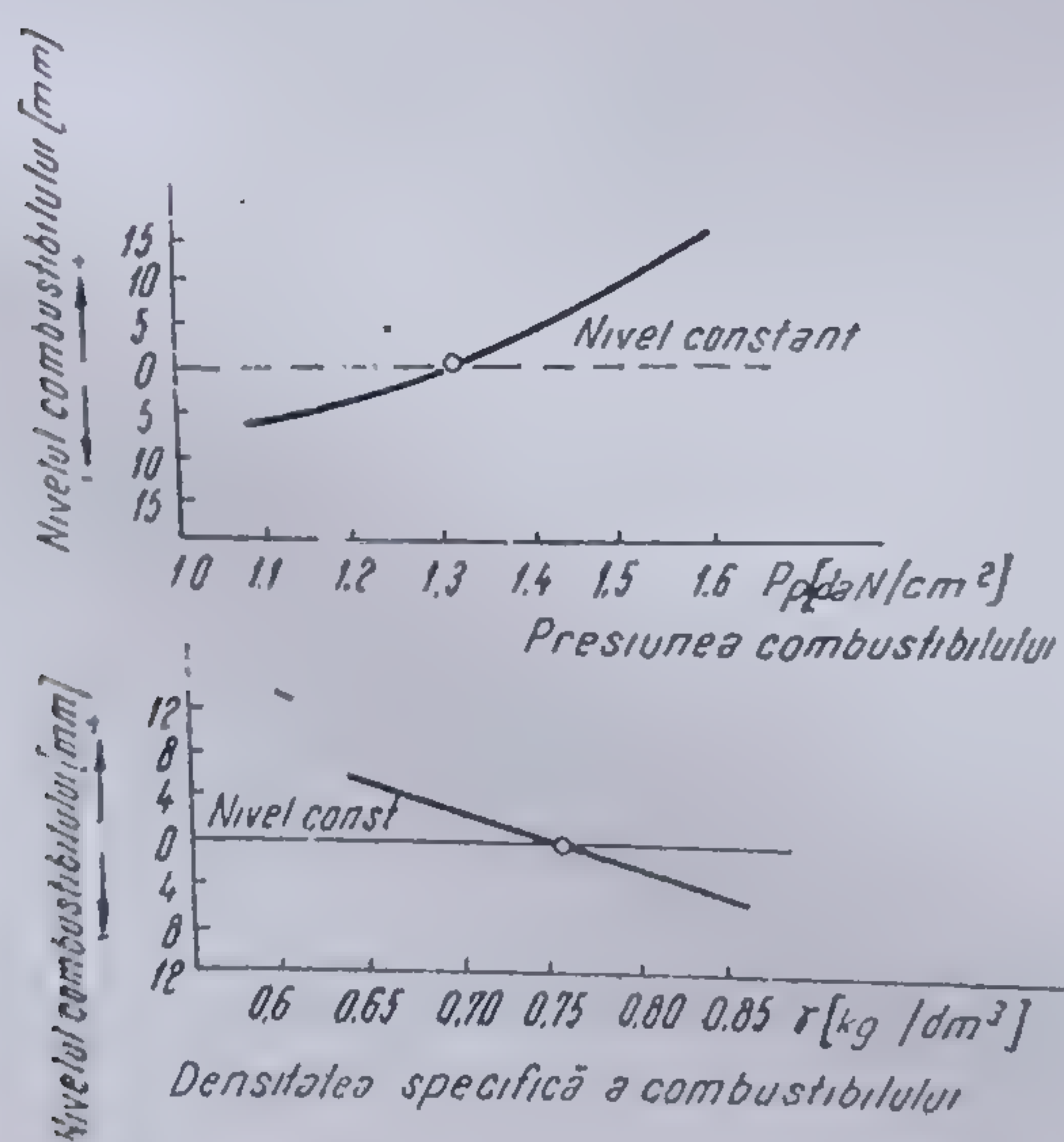


Fig. 4.38. Schimbarea nivelului combustibilului din camera de nivel constant a carburatorului:
a — în funcție de presiunea de refulare; b — în funcție de greutatea specifică a combustibilului.

menților prin gomare, ancrasarea bujiilor etc.

Prin sărăcirea amestecului, peste limitele admise, se provoacă apariția detonației în cilindrii motorului, supraîncălzirea pieselor și deci pericolul de gripare sau de ardere a acestor părți componente ale motorului, uzura pieselor prin arderea uleiului sau dispariția filmului de ulei între piesele imbinat datorită scăderii pronunțate a viscozității lui.

Din graficul din figura 4.39, se poate constata că în cazul când există depuneri de gume și de rășini în colectorul de admisie (curbele 2) pierderile de putere sînt de aproximativ 20% în comparație cu puterea la același motor când colectorul este curat (curbele 1).

În cazul când dozajul devine prea bogat ($\lambda \leq 0,4-0,5$) sau prea sărac ($\lambda \geq 1,3-1,4$) se depășesc limitele de aprindere a amestecului și astfel arderea nu mai are loc în cilindrii motorului, lucru ce va provoca oprirea acestuia. Oprirea motorului poate să aibă loc și atunci când nu se asigură o cantitate suficientă de amestec pentru a dezvolta puterea necesară cerută de condițiile de deplasare ale automobilului.

În afară de schimbarea dozajului amestecului prin modificarea cantității de combustibil sau aer aspirat, fiecare înrăutățire apărînd separat sau simultan, starea tehnică a instalației de alimentare și deci a motorului poate fi influențată și prin absorbirea de impurități mecanice odată cu combustibilul sau cu aerul admis în motor.

În vederea protejării motorului de particulele de praf, se montează în instalația de alimentare filtre de aer și de combustibil. Încercările efectuate au arătat că prin îmbunătățirea calității filtrelor de combustibil se reduce aproximativ de patru ori cantitatea de praf introdus în cilindrii motorului, astfel de la 13 g de praf/t de combustibil se coboară la 3—4 g/t, în cazul în care se utilizează un filtru de combustibil cu porozitatea elementelor de hîrtie de 10—15 μm .

Dacă se îmbunătățește și filtrarea aerului, utilizînd în loc de filtru prin inerție cu baie de ulei, filtru uscat cu cartuș din hîrtie (întregul sistem de filtrare îmbunătățit), se reduce uzura cilindrului de 2—2,4 ori. Din curbele de uzură ale cilindrului reprezentate în figura 4.40 se observă că influența mai mare asupra reducerii acesteia o are filtrul de aer, în comparație cu filtrul de combustibil, datorită imposibilității pătrunderii într-o cantitate mai mare a particulelor de praf o dată cu aerul aspirat în motor.

Schimbarea stării tehnice a motorului, în funcție de creșterea parcursului realizat de automobil prin formarea de depuneri carbonoase în camera de ardere datorită prezenței benzinei și uleiului, are o influență deosebită și asupra conținutului de hidrocarburi și oxid de azot din gazele de evacuare. După un anumit parcurs proporția de hidrocarburi crește cu aproape 40%. Îndepărtarea calaminei de pe suprafețele din

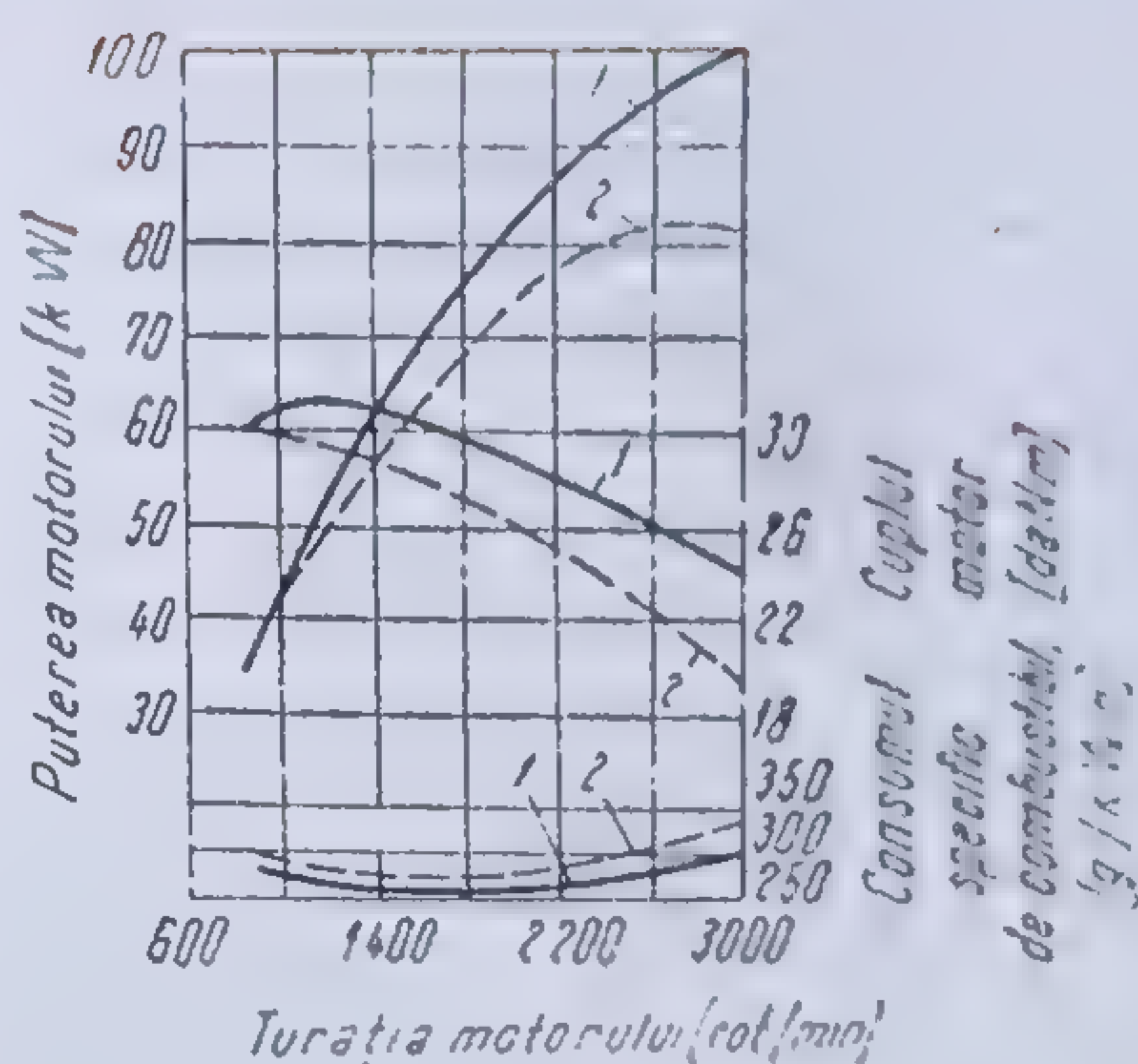


Fig. 4.39. Influența depunerilor din colectorul de admisie asupra performanțelor motorului cu aprindere prin scînteie cu șase cilindri pentru autocamion (după un parcurs de 120 mii km).

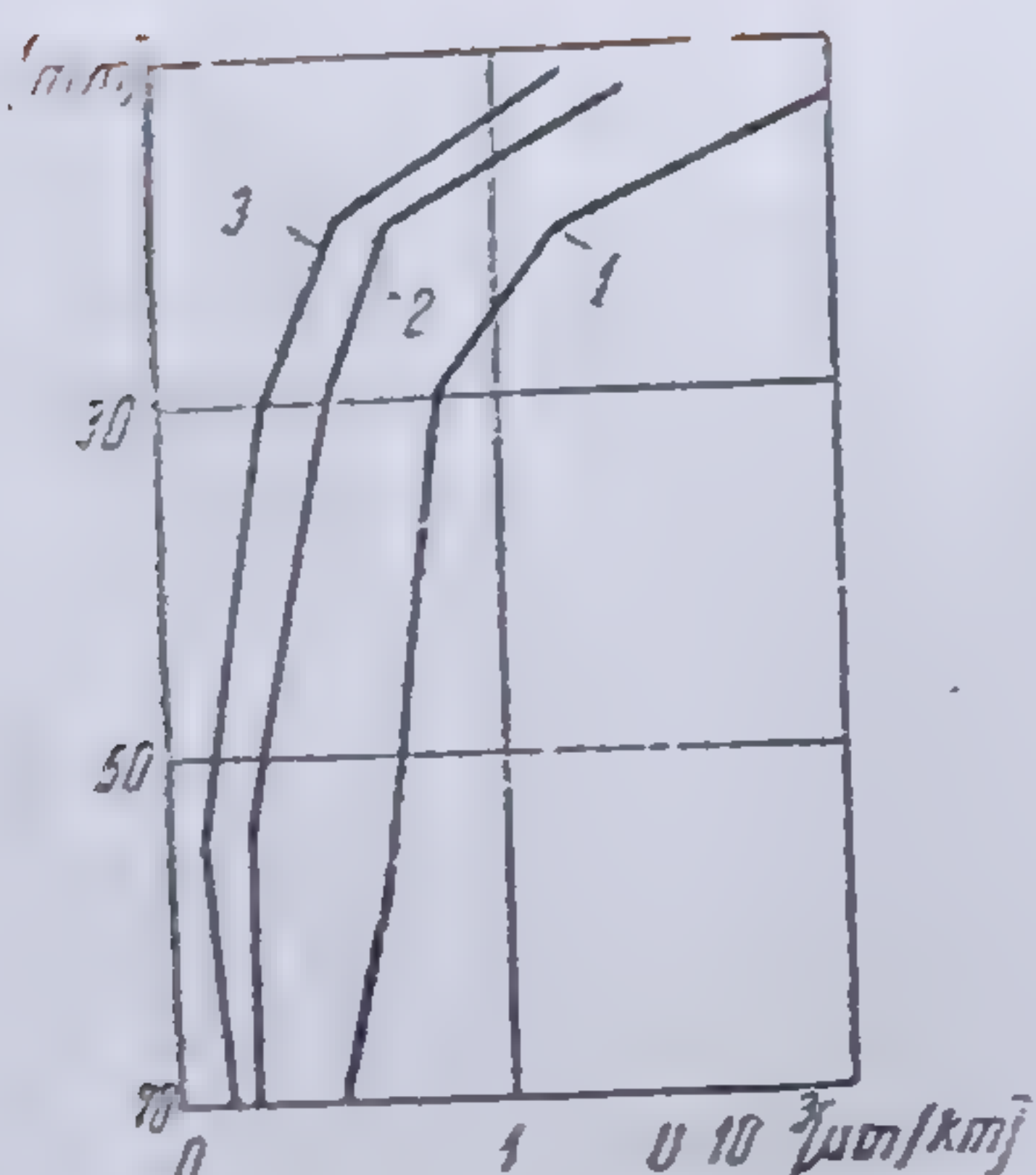


Fig. 4.40. Valoarea medie a intensității uzurii cilindrilor după un parcurs de 22—24 mii de km al automobilului :

1 — cu sistem de filtrare a combustibilului în serie ; 2 — cu sistem de filtrare a combustibilului îmbunătățit ; 3 — cu sistem de filtrare a aerului și combustibilului îmbunătățit.

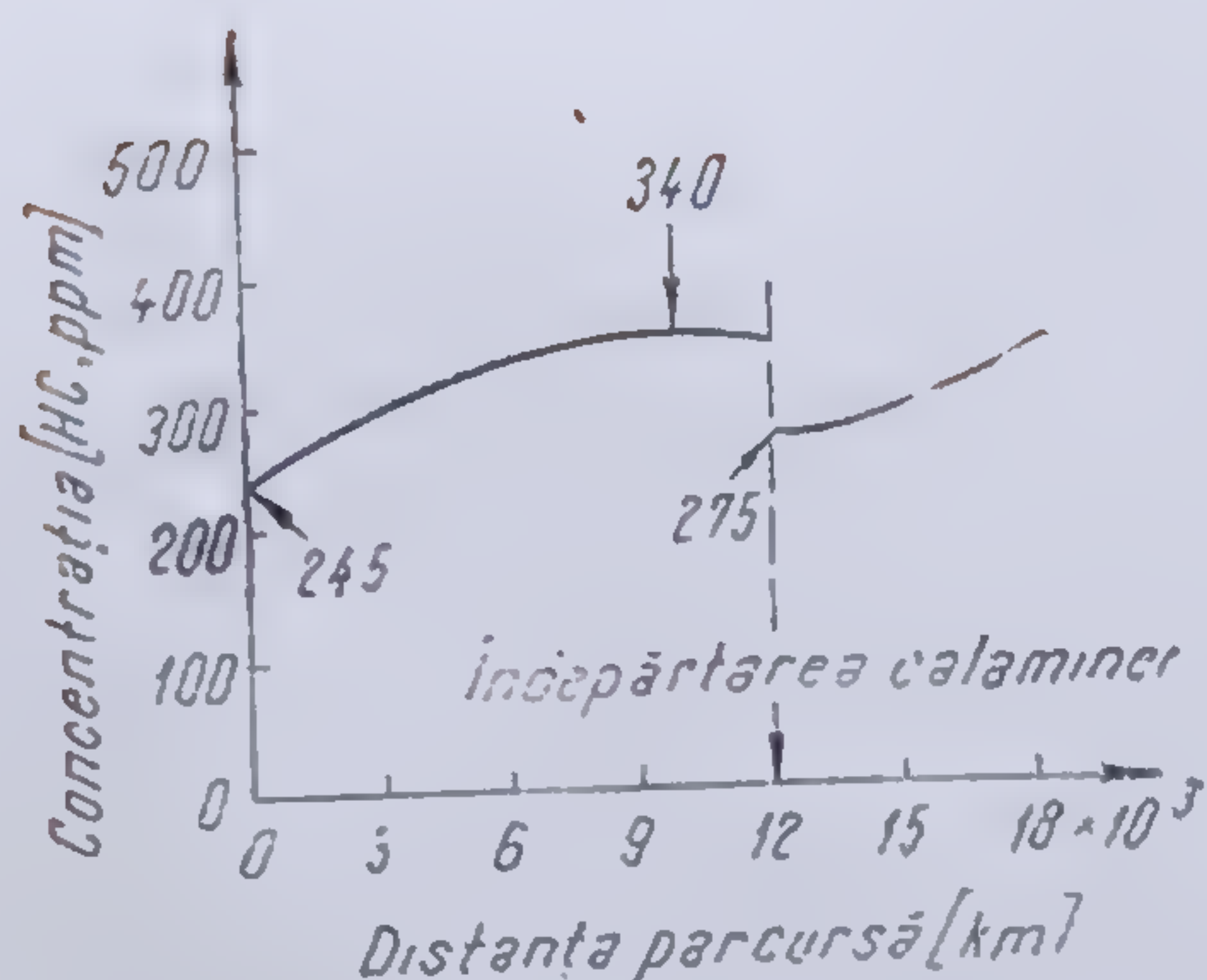


Fig. 4.41. Influența depunerilor din camera de ardere asupra conținutului de hidrocarburi din gazele de evacuare.

camera de ardere a redus conținutul de hidrocarburi (fig. 4.41) cu 16%, fără a mai reveni la condiția inițială.

Calamina acționează ca un burete care reține în pori hidrocarburile din stratul limită. În timpul arderii, sub acțiunea presiunii, porii sînt umpluți, complet. În cursele de destindere și mai ales de evacuare, o parte din hidrocarburi se eliberează și ajung în gazele de evacuare. Proprietățile calaminei influențează volumul de pori și structura acestora.

Încercări ulterioare au arătat că și proporția de oxid de azot crește, de asemenea, cu numărul orelor de funcționare (fig. 4.42).

Asupra creșterii emisiunilor poluante influențează în mod simțitor dereglările care apar în procesul de exploatare la dispozitivele carburatorului. Acestea intervin în cîteva regimuri caracteristice și anume: regimul de mers în gol, regimul de încălzire, regimul sarcinilor mici, regimul de decelerare.

Turația și compoziția amestecului, în regimul de mers în gol, nu se fixează la montaj din cauza toleranțelor mari de fabricație pentru diametrele orificiilor de dozare și a schimbării condițiilor de funcționare datorită uzurii generale a motorului sau trecerii de la un sezon la alt sezon de exploatare. Ca urmare, reglajul inițial trebuie corectat în permanență în timpul utilizării automobilului. Cele două șuruburi de reglare de la dispozitivul de mers în gol, unul pentru reglarea compoziției (RC), iar celălalt pentru reglarea turației (RT) modifică debitul de combustibil, respectiv de aer. În acest fel, apar schimbări și în dozajul amestecului și deci în proporția emisiunilor poluante în gazele de evacuare. De exemplu, deschiderea șurubului RC cu o rotație com-

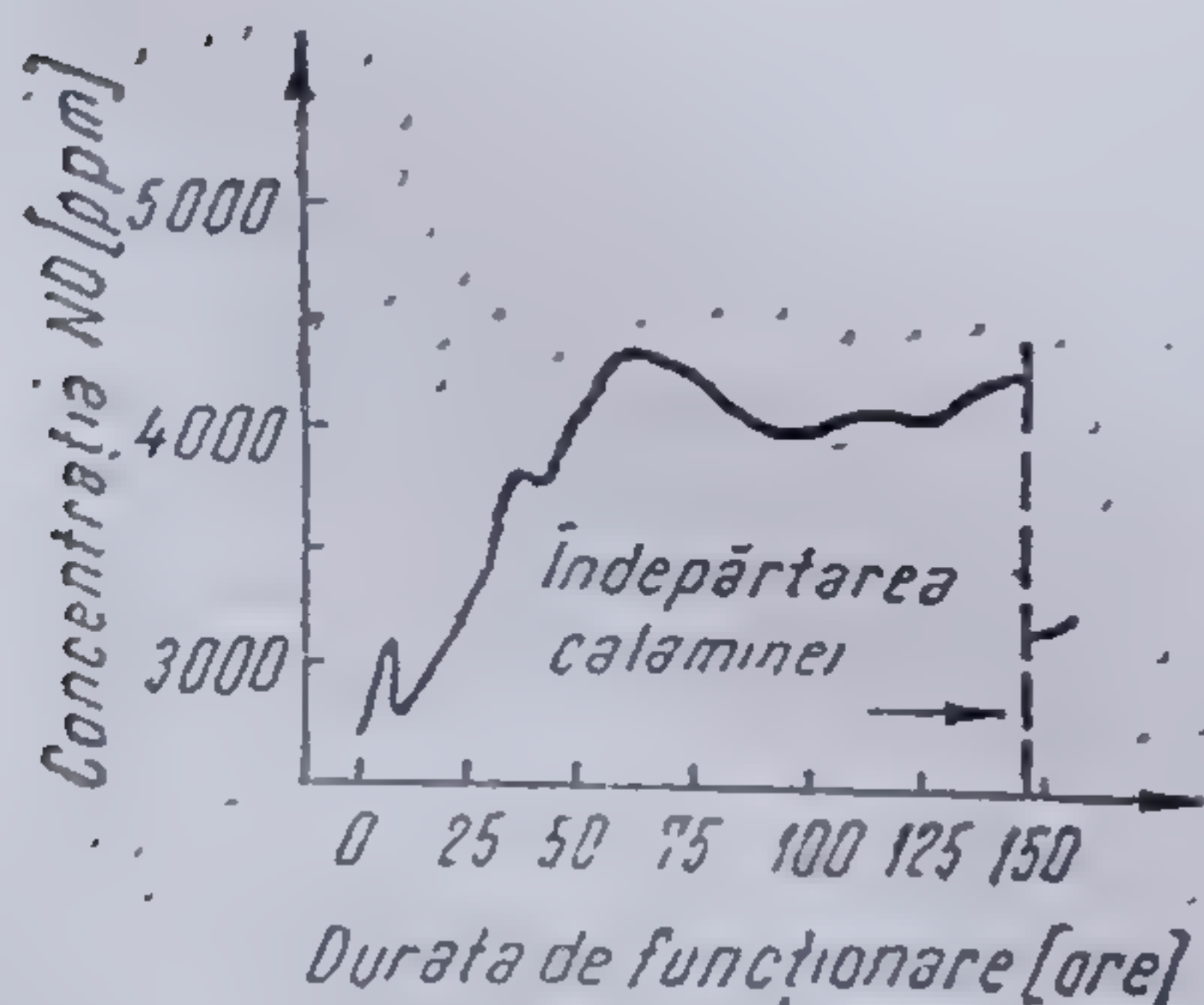


Fig. 4.42. Influența duratei de funcționare a motorului și a depunerilor din camera de ardere asupra conținutului de oxid de azot din gazele de evacuare.

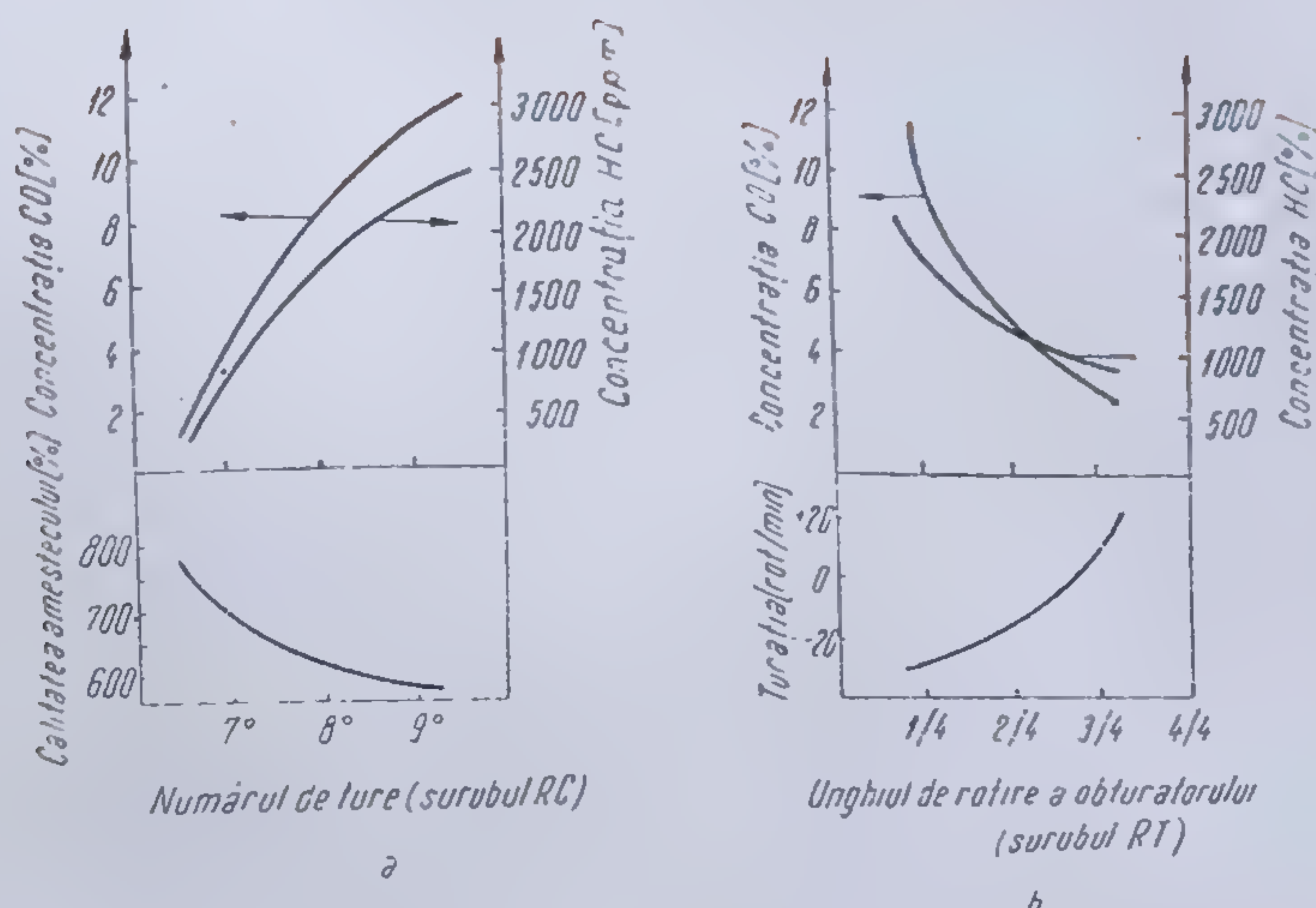


Fig. 4.43. Influența reglajului la dispozitivul de mers în gol al carburatorului asupra concentrației de noxe din gazele de evacuare:
a — reglarea cantității de combustibil; b — reglarea cantității de aer.

pletă, amplifică de câteva ori concentrația de HC și CO prin îmbogățirea amestecului (fig. 4.43, a), pe de altă parte, rotirea obturatorului cu numai 2° în sensul deschiderii lui, reduce conținutul de HC și CO, de asemenea, de câteva ori (fig. 4.43, b).

În afara producerii de compuși poluanți, dereglările și uzurile la instalația de alimentare pot contribui la o reducere substanțială a economicității motorului. Astfel, de exemplu, în cazul unui filtru îmbâcsit la un grad inacceptabil (dar posibil de atins la o întreținere neîngrijită), consumul de combustibil crește cu 3—5%, pozițiile incorecte ale clapetei de pornire pot duce la creșteri cu 5—10% a consumului în exploatare. În cazul pierderii ermeticității plutitorului, acesta se umple cu benzină, iar datorită poziției deschise a supapei de admisie a combustibilului în camera de nivel constant se ajunge la oprirea motorului prin *înecare* sa cu prea multă benzină. Defecțiunile, destul de frecvente la supapă, scaun și plutitor pot conduce, de asemenea, la creșteri ale consumului de combustibil cu 3 l la suta de kilometri, la un autoturism de capacitate medie, fără nici o altă manifestare sensibilă (care să atragă atenția).

Diagnosticarea stării tehnice și operații de întreținere. Diagnosticarea instalației alimentare se poate realiza cu ajutorul metodelor globale prin evaluarea cantitativă sau calitativă a substanțelor poluante în gazele de evacuare și după consumul de combustibil sau prin aparatură și metode specifice testării unor componente ale acestei instalații.

În cadrul lucrărilor de diagnosticare globală, se utilizează în momentul de față cel mai mult *testarea după emisia de oxid de carbon*. Această verificare se execută atât pentru controlul carburajului, cât și în scopul profilactic al reducerii emisiei acestui agent poluant. Ultimul aspect este important mai ales pentru probele rutiere, iar primul are în vedere și operațiile de întreținere.

Concentrația de oxid de carbon în gazele de evacuare depinde de dozajul amestecului aer-combustibil caracterizat prin coeficientul de exces de aer (fig. 4.44) și astfel prin determinarea acestei concentrații, se poate stabili indirect și valoarea coeficientului respectiv, care reprezintă indiciile de apreciere a reglajului carburatorului. În acest scop sînt folosite,

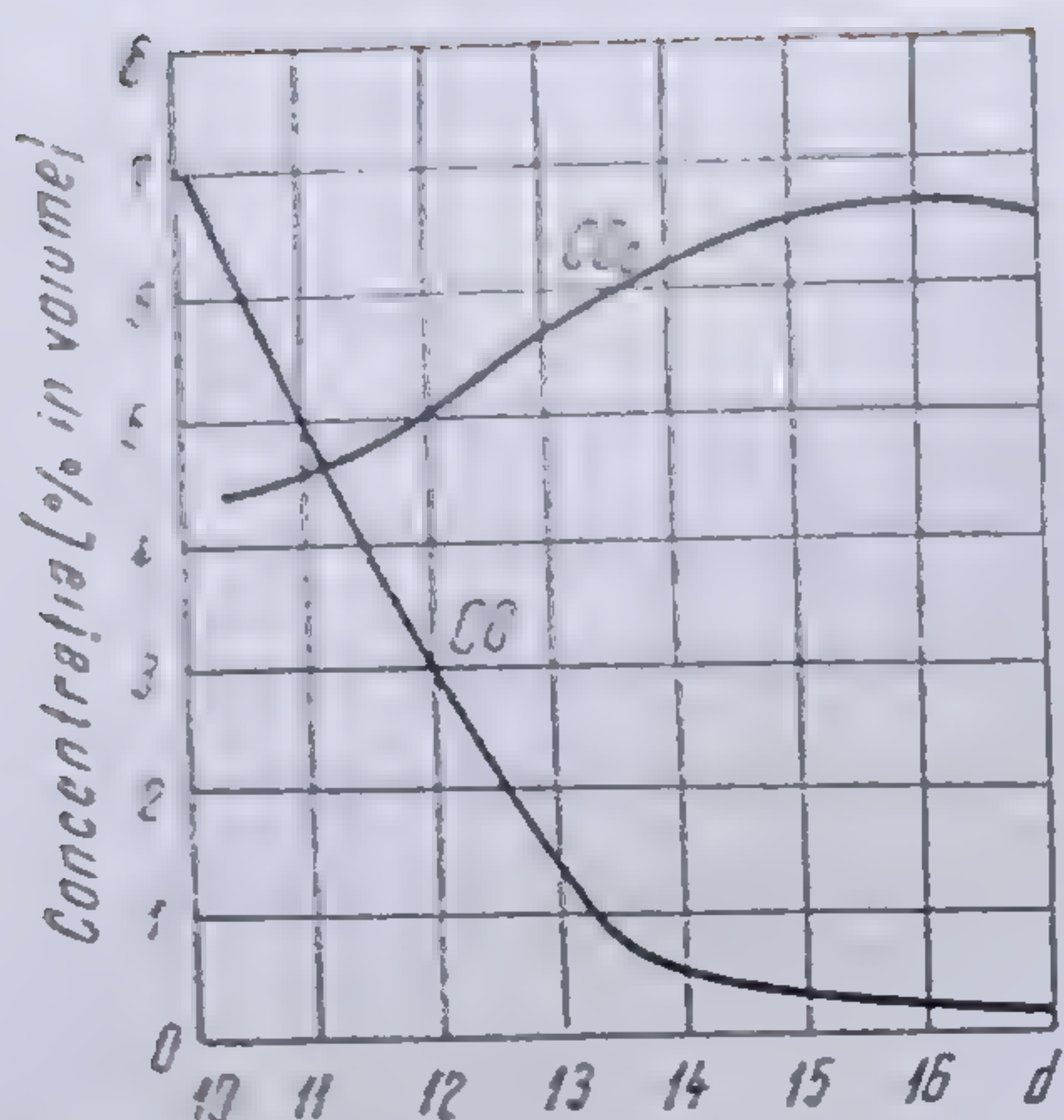


Fig. 4.44. Variația concentrației de oxid de carbon în funcție de dozajul amestecului.

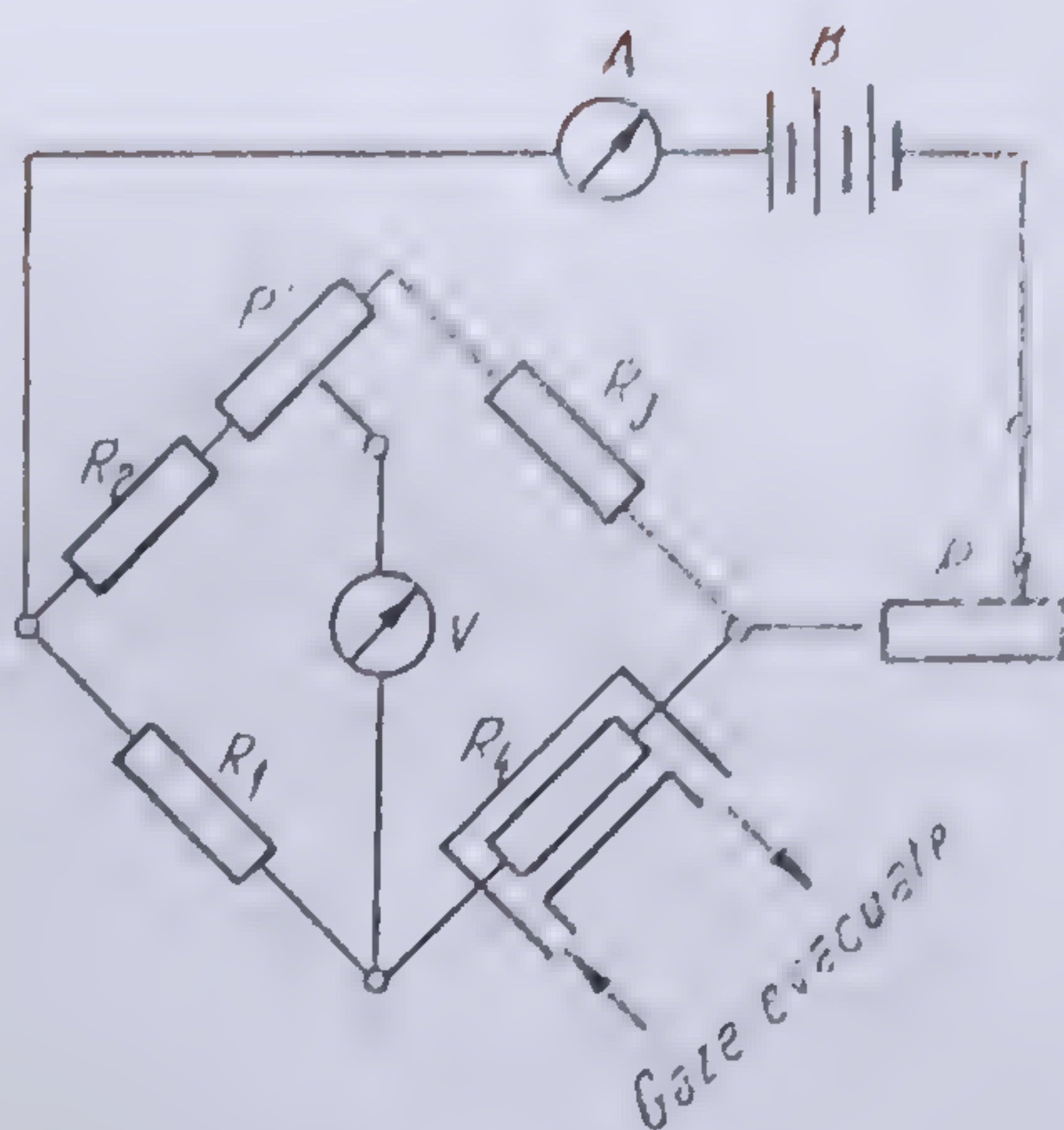


Fig. 4.45. Schemă de principiu a unui analizor de gaz electric.

astăzi, două tipuri de aparate: analizoare electrice bazate pe transferul de căldură și analizoare cu raze infraroșii.

Analizoarele electrice sînt cele mai răspîndite în tehnica diagnosticării carburanților, de aceea se va prezenta numai acest tip de aparat. În compunerea unui astfel de aparat (fig. 4.45) intră o punte Wheatstone echipată cu voltmetrul V , ampermetrul A , bateria de acumulatori B , și potențiometrul P , pentru reglajul alimentării. Rezistențele R_1 și R_2 au aceeași valoare, iar potențiometrul P' servește pentru echilibrarea punții, folosind în acest scop și voltmetrul V . Rezistențele R_3 și R_4 sînt tot de aceeași mărime, numai că R_3 se află în aer liber, iar R_4 este baleiată cu curentul de gaze de evacuare ce traversează caseta, în care se află această rezistență, după răcirea acestora și separarea apei condensate.

Gradul de răcire diferit al rezistențelor R_3 și R_4 , datorat diferenței dintre coeficienții de convecție ai aerului și ai gazelor evacuate, face ca valoarea lui R_4 să se modifice și puntea să se dezechilibreze. Dacă energia electrică consumată pentru încălzirea rezistenței R_4 nu variază, atunci temperatura acesteia depinde numai de cedarea căldurii spre gazul aflat în camera de măsură. Cedarea de căldură este influențată, pe de o parte, de viteza gazului și de aceea este necesar ca în camera de măsură, în zona rezistenței R_4 să se mențină un regim difuziv de transfer de căldură. Pe de altă parte, cantitatea de căldură cedată, depinde de conductivitatea termică a gazelor. Componentele din gazele evacuate au conductivitatea apropiată de cea a aerului (cu care, aparatul compară regimurile de transfer termic al rezistențelor R_3 și R_4). Din gazele a căror concentrație depinde de dozajul amestecului, bioxidul de carbon prezintă cea mai mare diferență față de aer în ceea ce privește coeficientul de conductivitate. Marile diferențe pe care le prezintă hidrogenul și bioxidul de sulf nu sînt interesante deoarece concentrația acestor substanțe în gazele evacuate nu depinde de dozajul amestecului.

Rezultă că, de fapt, atât determinarea concentrației de oxid de carbon, cît și a dozajului se poate face indirect, prin determinarea conținutului de bioxid de carbon în gazele evacuate.

Metoda testării motoarelor cu ajutorul analizoarelor electrice presupune realizarea a două condiții preliminare: instalația de aprindere

a motorului să fie în stare perfectă și cu reglajele corecte, iar motorul să fie încălzit (uleiul să se afle la minimum 60°C).

Analizoarele permit verificarea calității amestecului și a conținutului de oxid de carbon la regimul de mers în gol, la turații superioare și în regim de accelerare.

Pentru un reglaj corect al dispozitivului de mers în gol, motorul la acest regim nu trebuie să emită mai mult oxid de carbon decât nivelul admisibil (de exemplu: 2,0%). O concentrație superioară indică un amestec prea bogat, rezultat al reglajului defectuos al amestecului, al uzurii jicloarelor, al activității intensive a orificiilor de repriză (ca urmare a înfundării canalelor de aer), al nivelului prea ridicat al benzinei în camera de nivel constant, al presiunii prea mari refulate de pompă sau al unui filtru de aer extrem de murdar. În aceste cazuri, dacă aparatul este dotat și cu o scală de dozaj, acul indicator se va afla în zona *amestec bogat* (arătând valori mai mici de 13).

Pentru verificarea la turații superioare se aduce progresiv motorul la 2 000—3 000 rot/min și se observă dacă acul indicator se deplasează spre zona amestecurilor sărace, în raport cu poziția de ralanti, respectiv spre valori mai mici ale concentrației de oxid de carbon. Stabilizarea acului la valori ale raportului aer-benzină mai mici de 12 indică un amestec prea bogat, a cărui cauză trebuie căutată printre cele arătate mai înainte, la care se mai adaugă insuficienta deschidere a clapetei de aer. Dacă cauza pleacă de la filtrul de aer poate fi detectată prin demontarea sa. Dacă după demontarea lui, analizorul marchează o reducere a conținutului de oxid de carbon, rezultă că filtrul este îmbîcsit.

Dacă acul indicator se stabilizează la valori ale amestecului aer-benzină mai mari de 14, aceasta înseamnă că amestecul este prea sărac, iar cauzele pot fi: înfundarea jicloarelor, nivelul prea coborît al benzinei în camera de nivel constant, îmbîcsirea filtrului de benzină sau a sitei filtrante din carburator.

Verificarea pompei de accelerație se face reducînd turația motorului la 1 000—1 400 rot/min și accelerînd brusc. Dacă procentul de oxid de carbon crește rapid (deci acul indicator se deplasează spre amestecuri bogate) pompa de accelerație funcționează corect, în caz contrar înseamnă că pompa de accelerație este defectă. După terminarea regimului de accelerare acul indicator trebuie să revină la niveluri inferioare ale dozajului și conținutului de oxid de carbon; revenirea se face mai repede sau mai lent în funcție de caracteristicile constructive ale carburatorului.

O altă metodă de diagnosticare globală a instalației de alimentare cu carburator este *măsurarea consumului de combustibil*, avînd în vedere că starea tehnică a acestei instalații are influență hotărîtoare asupra consumului de benzină. Determinarea acestui parametru poate fi edificatoare în diagnosticarea motorului cu carburator.

Aparatele folosite pentru măsurarea consumului de combustibil sînt rotometrele și debitmetrele cu membrană, cu piston sau cu jicloare.

Debitmetrul cu jicloare (fig. 4.46) are particularitatea de a oferi valoarea instantanee a consumului de benzină. În construcția sa intră o cameră de nivel constant 11, prevăzută cu plutitorul 10 și supapa 6. Benzina vine din rezervorul 9, prin robinetul 8, și conducta 7, și părăsește camera de nivel constant prin conducta 12. La partea de jos a acesteia se află jiclul 13, în avalul căruia este plasat tubul de sticlă 4,

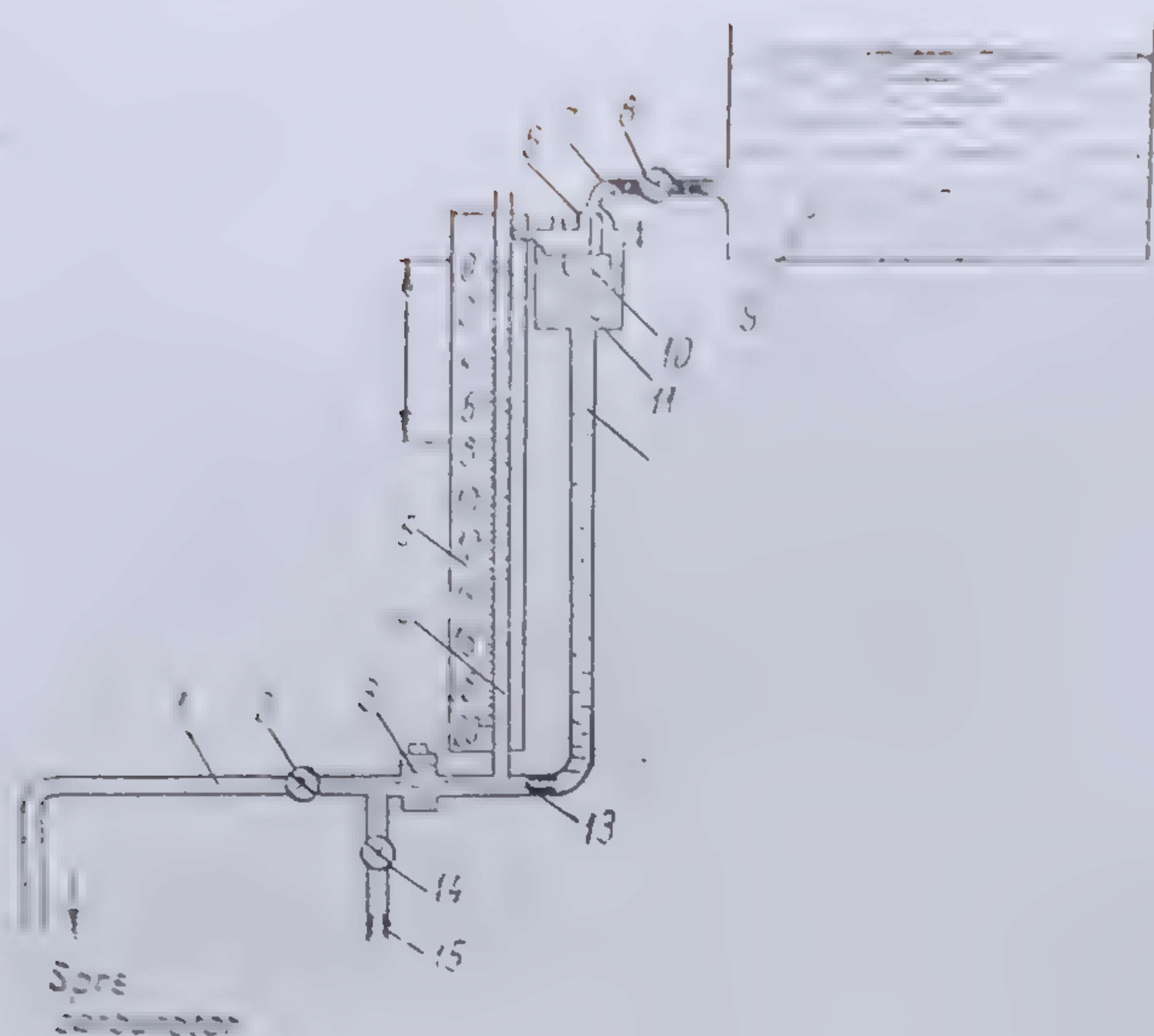


Fig. 4.46. Debitmetrul de combustibil cu jicloare.

prevăzut cu o scală 5. Reperul zero al acesteia coincide cu nivelul combustibilului în camera de nivel constant 11.

Pentru a preîntîmpina pulsația combustibilului în tubul de măsură 4, fenomen care ar afecta precizia citirilor, instalația este prevăzută cu un compensator pneumatic 3. Prin robinetul 2 și conductă 1 se face legătura cu carburatorul, iar prin robinetul 14 și jiclorul 15 se poate verifica corecta funcționare a aparatului.

În timpul măsurării se deschid robinetele 8 și 2, instalația fiind racordată

direct la carburatorul motorului testat, iar robinetul 14 stă închis. Din cauza rezistenței la curgere, opuse de jiclorul 13, nivelul benzinei în tubul de măsură 4, se va afla mai jos decît cel din camera de nivel constant. Denivelarea care se produce este proporțională cu debitul de combustibili, astfel încît, scala 5, se gradează direct în kg/h.

Pentru a verifica corectitudinea funcționării aparatului, se închide robinetul 2, și se deschide robinetul 14, care dă drumul benzinei să curgă prin jiclorul 15, cu un debit constant, citit pe scala 5. Mărimea de control furnizată de întreprinderea constructoare a aparatului este indicată pe această scală 5. În caz că debitul citit nu corespunde acestei indicații aparatul trebuie revizuit.

Dintre componentele instalației de alimentare care necesită o verificare periodică în mod individual sînt: pompa de benzină și carburatorul.

Verificarea pompei de benzină se poate face cu, sau fără demontarea acesteia de pe motor, determinîndu-se presiunea de refulare, debitul și etanșarea, cu instalația din figura 4.47.

Pompa de benzină montată și racordată la instalația respectivă este acționată de excentricul 13, care la rîndul lui este antrenat de motorul electric 14. Presiunea de refulare se verifică cu manometrul 10, etanșeitătea în funcție de căderea de presiune într-un interval de timp de 30 s după ce se atinge presiunea maximă, iar debitul — prin cantitatea de combustibil, care se acumulează în cilindrul gradat 8, la o anumită turație a excentricului timp de un minut.

În cazul în care, valorile indicate de întreprinderea producătoare nu se realizează, este necesar să se verifice starea membranei pompei precum și cea a supapelor de admisie și refulare.

Verificarea carburatorului în condiții de funcționare reale se realizează pe o instalație specială, care asigură funcționarea carburatorului la toate regimurile de turație și de sarcină ale motorului, precum și mă-

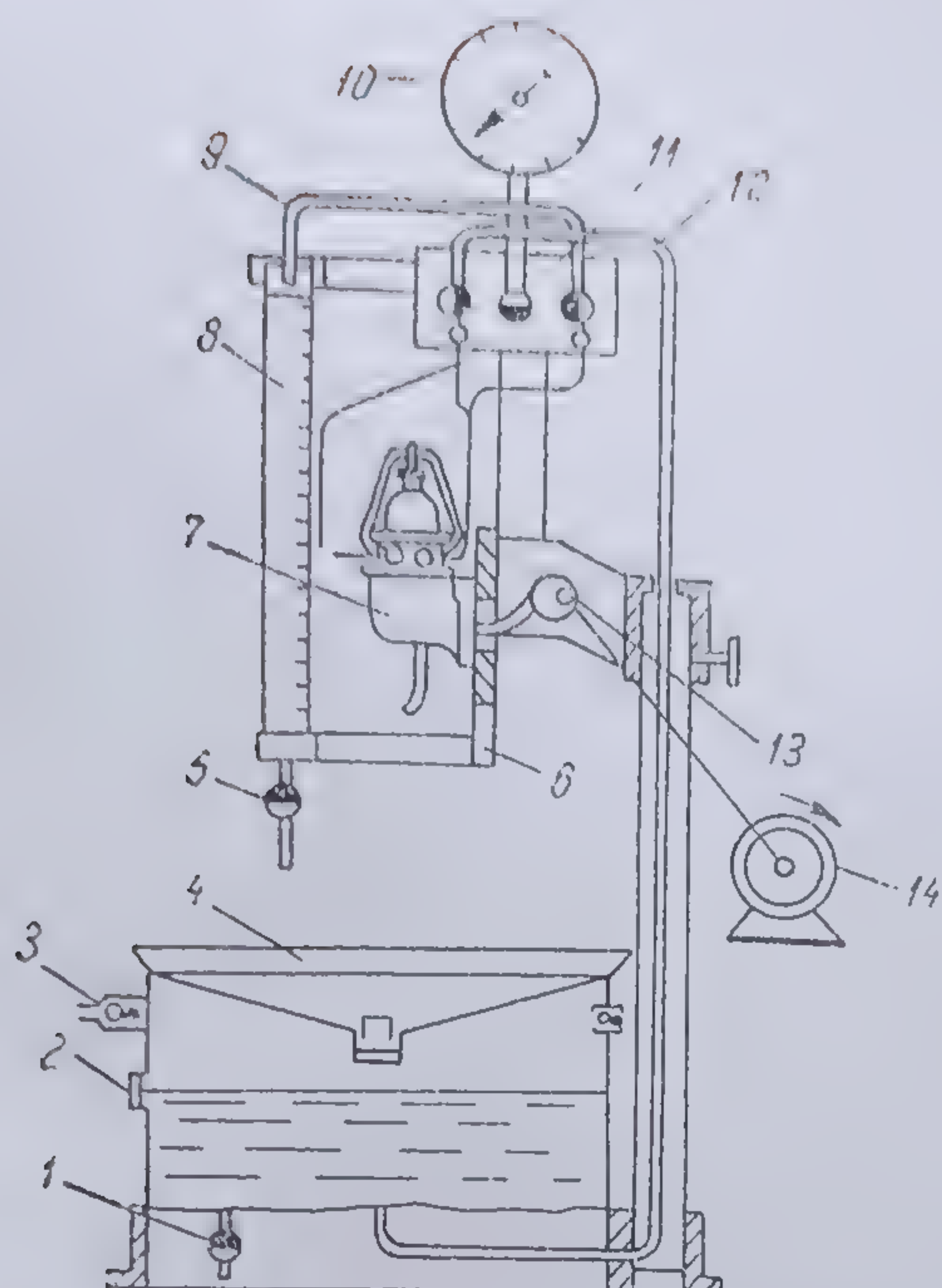


Fig. 4.47. Instalație pentru verificarea pompei de combustibil :

1 — robinet ; 2 — dop de control ; 3 — tub de alimentare ; 4 — rezervor de combustibil ; 5 — robinet ; 6 — flanșă de prindere pentru pompe ; 7 — pompă de combustibil ; 8 — cilindru gradat ; 9, 11 și 12 — conducte de combustibil ; 10 — manometru ; 13 — excentric ; 14 — motor electric.

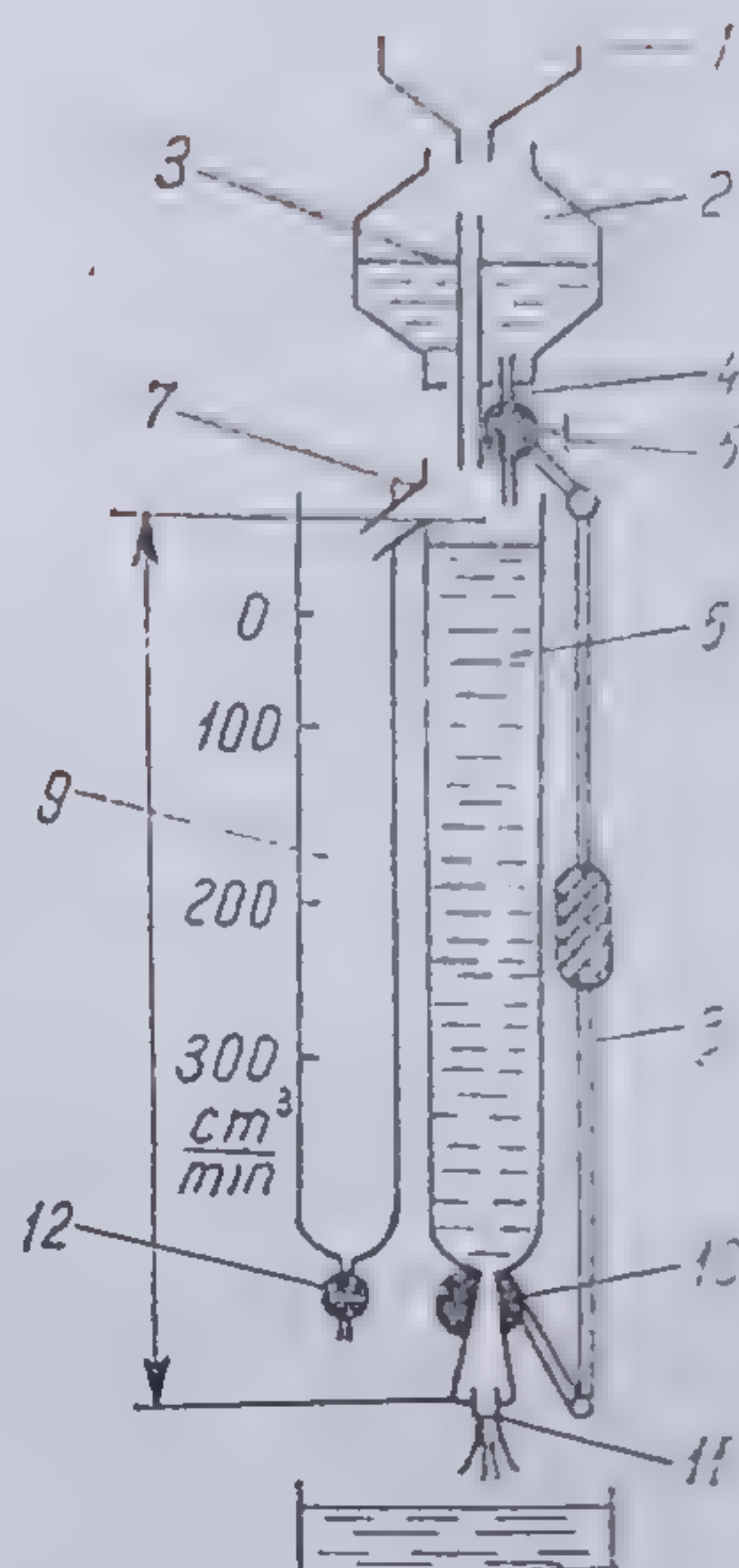


Fig. 4.48. Aparat pentru verificarea debitului jicloarelor.

surarea consumului de combustibil la aceste regimuri. Instalația este prevăzută cu sistemul de aspirație, de alimentare, cu aparatele de control și măsură necesare.

O operație destul de importantă în diagnosticarea stării tehnice a carburatorului este *verificarea debitelor jicloarelor*. Această verificare se efectuează ori de câte ori funcționarea motorului necesită acest lucru, însă cel puțin de două ori pe an (în cadrul lucrărilor de revizie tehnică-sezonieră).

Aparatele utilizate pentru măsurarea debitelor jicloarelor permit fie măsurarea absolută a debitului, fie măsurarea relativă a acesteia.

Un aparat pentru măsurarea indirectă a debitului de combustibil prin jiclor, reprezentat în figura 4.48, se compune din pîlnia cu sită 1, rezervorul 2, țeava de preaplin 3, țeava 4, cu robinetul 5, cilindrul 6, prevăzut la partea superioară cu țeava de preaplin 7, iar la partea inferioară cu robinetul 10 și suportul pentru jiclorul de încercat 11. Robinețele 5 și 10, pot fi acționate simultan prin intermediul unor pîrghii cu ajutorul tijei 8. Vasul gradat de sus în jos, 9, este prevăzut la partea inferioară cu robinetul 12, și servește la măsurarea debitului jiclorului.

Volumul de apă din rezervorul 2, se reglează inițial în așa fel, cu ajutorul țevii de preaplin 3, ca aceasta să treacă prin robinetul 5, în timp de 1 min. Se montează apoi jiclorul de încercat cu ajutorul unui dop de cauciuc la partea inferioară a robinetului 10. Adăugîndu-se apă prin pîlnia cu sită 1, tija 8, fiind lăsată în jos, aceasta se scurge prin țeava 4,

în cilindrul 6. Deoarece cantitatea de apă care poate trece prin robinetul 5, este mai mare decât cea care se poate scurge prin jiclor, cilindrul 6, se umple cu apă. Când nivelul apei ajunge la partea superioară a cilindrului apa începe să se scurgă prin țeava de preaplin 7, în vasul gradat 9. După începerea scurgerii apei prin țeava de preaplin, prin ridicarea tijeii 8, în sus, se produce închiderea simultană a robinetelor 5 și 10. Se introduce în continuare apă prin pîlnia cu sită 1, pînă cînd apa începe să se scurgă prin țeava de preaplin 3. Se deschide apoi robinetul 12 și se scurge toată cantitatea de apă din vasul gradat 9, după care se închide la loc. În acest moment în vasul 9, nu există apă, în cilindrul 6, apa este pînă la partea superioară limitată de țeava de preaplin 7, iar în rezervorul 2, nivelul apei este pînă la partea superioară limitată de țeava de preaplin 3. Aparatul intră în funcțiune la deplasarea bruscă a tijeii 8, de sus în jos, cînd se deschid simultan robinetele 5 și 10. Din acest moment apa din rezervorul 2, trece prin țeava 4, în cilindrul 6. În același timp din cilindrul 6, apa se scurge prin jiclorul de încercat 11. Deoarece debitul de apă care se poate scurge prin robinetul 5, este mai mare decât cel care se poate scurge prin jiclorul de încercat, o cantitate de apă se va scurge prin țeava de preaplin 7, în vasul gradat 9. La terminarea scurgerii întregii cantități de apă din vasul 2 (nivelul apei scade pînă la partea superioară a țevii 4), se citește pe vasul gradat 9, indicația din dreptul nivelului apei. Această indicație reprezintă tocmai debitul jiclorului de încercat, deoarece gradația începe de sus în jos și corespunde pe scala de măsurare de la vasul 9, cu volumul de apă acumulat în vasul 2, între cele două țevi 3 și 4.

Debitul jiclorului Q_j , pe secundă, va fi dat de relația:

$$Q_j = Q_2 - Q_9 \text{ [cm}^3\text{/s]}, \quad (4.13)$$

unde :

Q_2 este volumul de apă reținut în vasul 2, în cm^3 ;

Q_9 — volumul de apă colectat în vasul gradat 9, în timpul încercării, în cm^3 .

Temperatura apei în timpul încercării trebuie să fie de $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Precizia măsurării este influențată de poziția aparatului, de aceea aceasta trebuie să fie perfect verticală.

Operațiile de întreținere tehnică și periodicitatea lor pentru instalația de alimentare a motoarelor cu carburator Dacia 1300 și L — 25 (de pe autoturismele ARO) sînt reprezentate în tabelul 4.7.

Reglarea dispozitivului de mers în gol se execută după ce s-a încălzit normal motorul (temperatura apei de răcire trebuie să fie de $70 \dots 80^\circ\text{C}$) și după ce au fost reglate toate celelalte dispozitive ale carburatorului și pusă la punct instalația de aprindere. Prin reglarea dispozitivului de mers în gol se urmărește o funcționare sigură a motorului la acest regim și un consum de combustibil minim.

Întreținerea tehnică a instalației de alimentare prin injecție. Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare. Instalația de alimentare a motoarelor cu aprindere prin compresie în procesul de exploatare suferă o serie de schimbări care duc la o diminuare a performanțelor motorului, creșterea cantității de fum și de noxe în gazele de evacuare, odată cu creșterea parcursului automobilului.

Tabelul 4.7

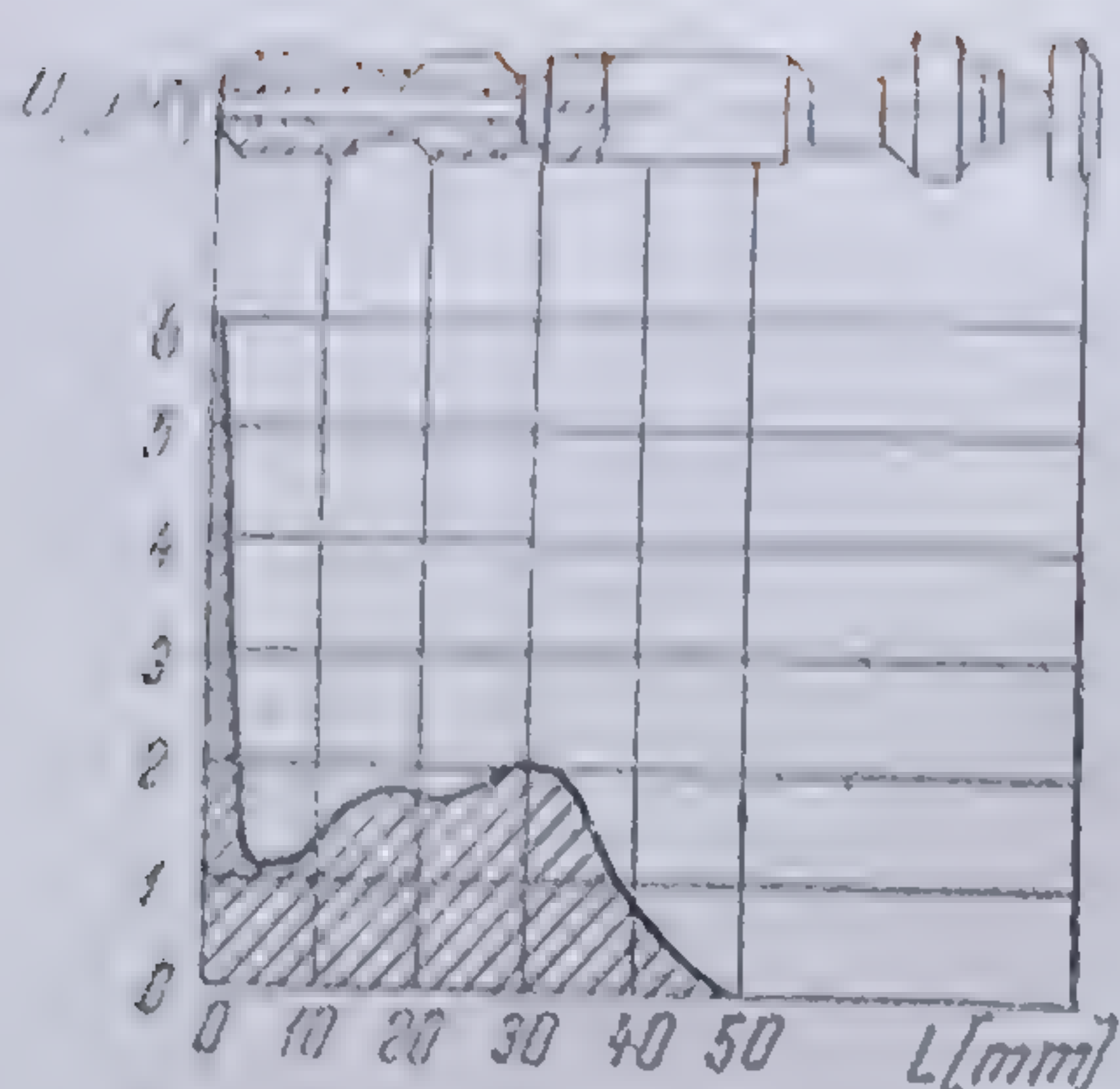
Operațiile privind întreținerea tehnică a instalației de alimentare cu carburator

Felul lucrărilor	Operația care se execută	Periodicitatea [km echivalenți]		Condiții tehnice	
		Dacia 1300	I,-25	Dacia 1300	I,-25
Control, verificare, reglare	Verificarea și reglarea nivelului în camera de nivel constant	5 000	12 000	Cursa liberă a supapei plutitorului 7 mm 5,0—5,5 mm	
	Verificarea presiunii de refulare la pompa de benzină	10 000	20 000	Presiunea statică max. 2500 N/m ²	Presiunea statică min. 1 500 N/m ²
	Reglarea dispozitivului de mers în gol la turația minimă	RT—S 16 000	RT—S 16 000	Analizor de gaz electric Dozajul peste indicația 13	
Stringeri	Fixarea carburatorului pe colectorul de admisie	2 500	2 500	Poziția corectă și etanșă a subansamblelor	
	Fixarea pompei de benzină	2 500	2 500		
	Stringerea conductelor de benzină	2 500	2 500		
	Fixarea rezervorului	—	2 500		
Curățire	Curățirea filtrului de intrare în carburator și a jicloarelor	5 000	5 000	Se verifică debitul jicloarelor	
	Curățirea pompei de benzină	5 000	3 000	Se verifică depresiunea de aspirație	
	Curățirea filtrelor de combustibil	1 800	2 000	Se verifică presiunea de refulare a pompei de combustibil	
	Schimbarea elementului filtrant, respectiv curățirea filtrului de aer	15 000	3 000	Se verifică presiunea în colectorul de admisie	
	Curățirea, spălarea și verificarea rezervorului și conductelor de benzină	16 000	20 000	Să nu existe impurități, depuneri și apă în rezervor	

Cauzele sînt următoarele:

- uzura elementelor pompei de injecție și a cremalierei;
- uzura acului și corpului pulverizatorului din injector;
- scăderea presiunii de injecție și apariția scurgerilor la injector;
- îmbăcsirea filtrelor de combustibil;
- înrăutățirea calităților de ungere ale uleiului din corpul pompei de injecție și regulatorului de turație.

În urma uzurii și a acțiunii abrazive a diverselor impurități din combustibil jocurile între suprafețele de lucru ale elementelor pompei de injecție se măresc treptat. În figura 4.49 este indicată uzura pistonului-plonjor de-a lungul părții de etanșare (fig. 4.49, a) și pe circumferința 1 (fig. 4.49, b), precum și uzura pe circumferința 2 a bușei elementului de pompare, ultimele la o distanță de 14 mm de la partea lor frontală. Se



a

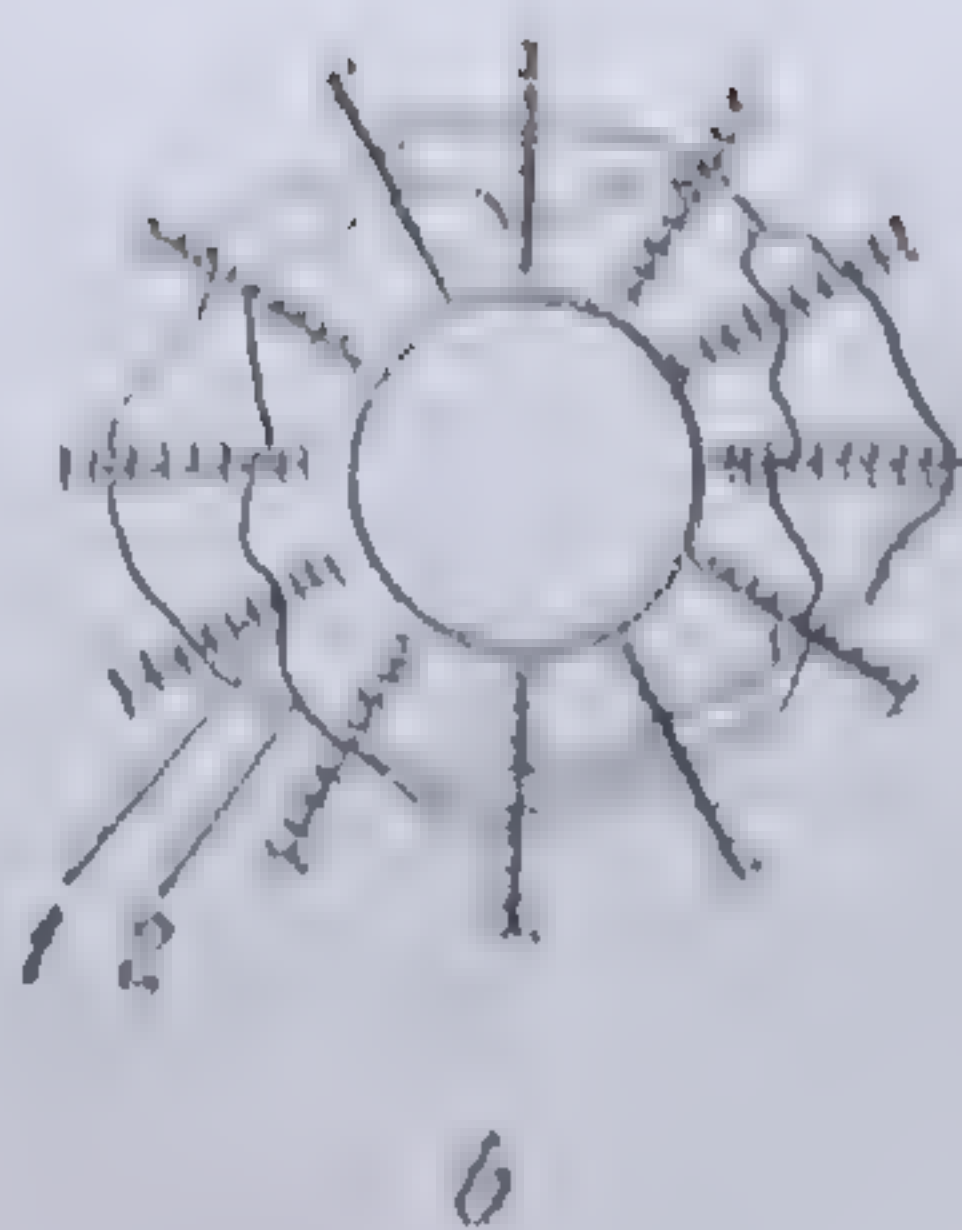


Fig. 4.49. Uzura pistonului - plonjor de la pompa de injecție

b

observă că, uzura cea mai mare la pistonul-plonjor se înregistrează la partea superioară și în zona de reglare a debitului de combustibil pe ciclu. Datorită acestui fel de manifestare, uzura pistonului-plonjor și a bușei nu se propagă mai departe pe toată circumferința pieselor, ci are un caracter local.

Cu apariția uzurii elementelor pompei de injecție se schimbă și caracterul procesului de injecție. Din cauza creșterii jocului, odată cu uzura, se măresc pierderile de combustibil la elementele de pompare și se micșorează debitul de combustibil pe ciclu. În diagrama din figura 4.50 este reprezentată variația pierderilor de combustibil prin scurgeri la neetanșeități, între pistonul-plonjor și bușă Q_{sc} (în funcție de lungimea de etanșare a elementelor de pompare) și pe la diferite jocuri ale perechilor de piese analizate. Din această diagramă rezultă că, pentru a obține aceleași pierderi de combustibil, în tot timpul exploatării, este necesar să se crească lungimea de etanșare între elementele de pompare pe măsura creșterii uzurii lor.

Schimbările intervenite în caracterul injecției și în reducerea cantității de combustibil injectat pe ciclu datorită uzurii elementelor de pompare va influența și calitățile de pornire ale motorului (fig. 4.51), necesitând o turație mai mare la arborele cotit pentru a putea realiza pornirea motorului cu elemente uzate.

Din figura 4.52 rezultă că, pe măsura creșterii uzurii elementelor de pompare, se înrăutățește procesul de injecție prin creșterea duratei de injecție și micșorarea presiunii acestuia și de ardere în motor (prin perioada de întârziere la autoaprindere). Drept rezultat al acestor schimbări, se reduc parametri de performanță ai motorului și crește toxicitatea gazelor de evacuare.

În timpul funcționării motorului în zona de ghidare, are loc uzura suprafețelor acului și corpului pulverizatorului, ceea ce face ca jocul dintre acestea să se mărească. Mărirea jocului, dintre corp și ac, permite trecerea unei cantități de combustibil în partea superioară a injecteurului, ceea ce reduce volumul de combustibil din cilindrii, iar presiunea în momentul injectării scade și ca urmare injecția începe cu întârziere. Drept consecință, scade puterea motorului și se mărește consumul de combustibil.

În afara celor spuse mai înainte, pe timpul exploatării mai are loc și uzura orificiilor pulverizatorului. Prin uzură se mărește secțiunea de scurgere a combustibilului, se reduce deci rezistența în momentul inje-

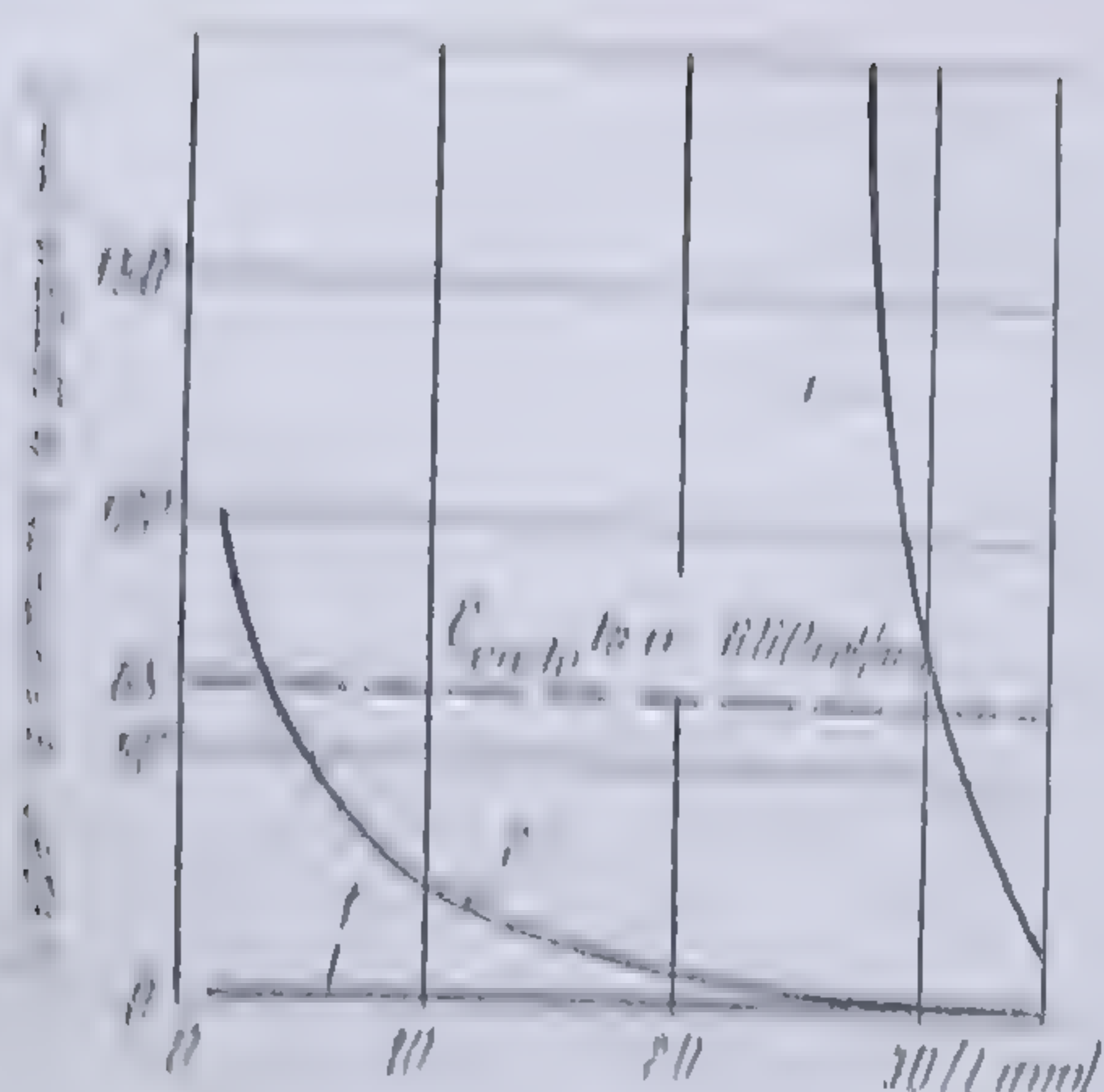


Fig. 4.50. Variația cantității de combustibil scapat pe la elementele de pompare în funcție de lungimea de etanșare a pistonului — plonjor :
1 — elemente de pompare noi ; 2 — uzura totală a elementelor 1,5 μm ; 3 — uzura totală 6,5 μm .

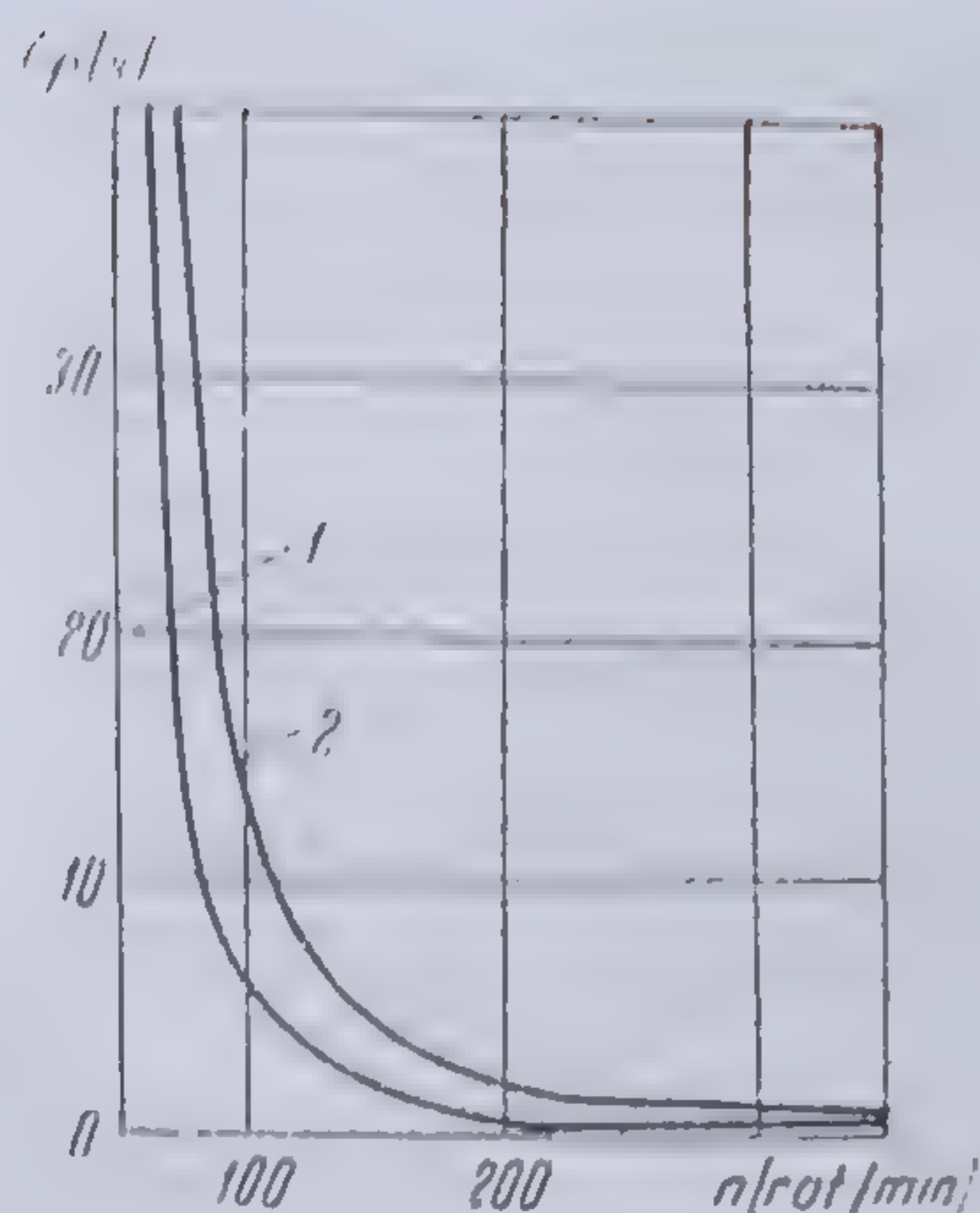


Fig. 4.51. Calitățile de pornire ale motorului D 21 A la diferite grade de uzură ale elementelor de pompare :
1 — elemente noi ; 2 — uzura totală a elementelor 1,5 μm .

țel și scade presiunea de injecție crescând totodată consumul de combustibil.

De exemplu, în cazul măririi suprafeței orificiilor cu 70%, presiunea în momentul infecției scade cu aproximativ 50 daN/cm², iar cantitatea de combustibil injectat crește cu 3,5%.

În cazul unei uzuri reduse a orificiilor pulverizatorului, economicitatea este puțin afectată, iar mărirea cantității de combustibil injectat pe ciclu la presiunea nominală poate duce la creșterea puterii în oarecare măsură, dacă uzura nu este însoțită și de alte fenomene care să reducă puterea motorului.

Uzura părții conice de etanșare a acului și sediului din corpul pulverizatorului, precum și pătrunderea de impurități între aceste suprafețe face ca acul pulverizatorului să nu se mai așeze pe locașul său din care cauză apare scurgerea combustibilului la orificiile pulverizatorului. În acest caz scurgerea combustibilului începe o dată cu deplasarea

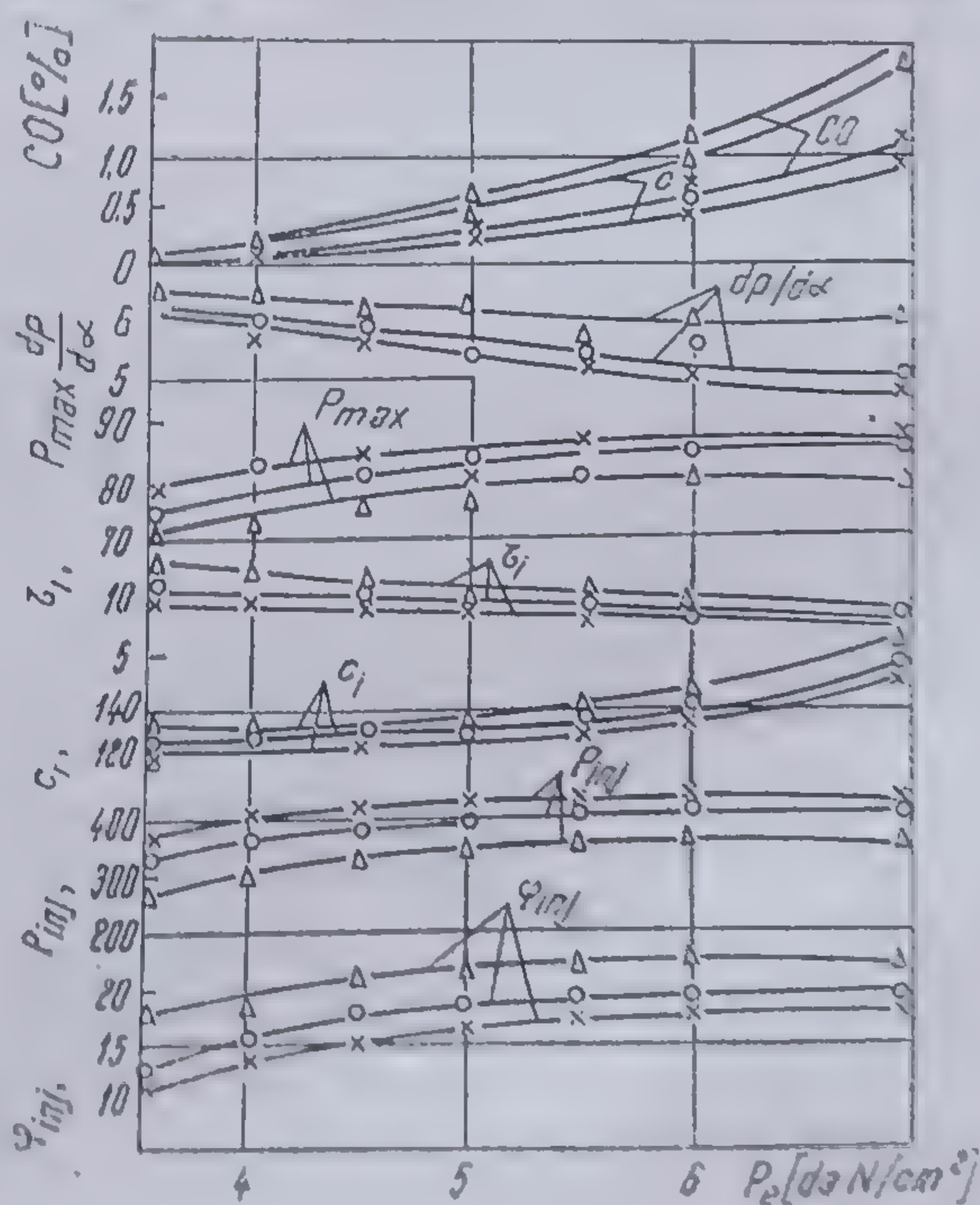


Fig. 4.52. Variația indicilor procesului de injecție și de ardere la un m.a.c. în funcție de gradul de uzură al elementelor de pompare :

P_{inj} — presiunea de injecție ; c_i — consumul specific indicat de combustibil ; τ_i — perioada de întârziere la autoaprindere ; P_{max} — presiunea maximă a ciclului cu ardere ; $\frac{dp}{d\alpha}$ — viteza de creștere a presiunii în timpul arderii ; φ_{inj} — unghiul de întârziere la injecție ;
x-x elemente de pompare noi ; 0-0 — elemente cu uzura totală de 1,5 μm ; $\Delta-\Delta$ — elemente cu uzura totală de 6,5 μm .

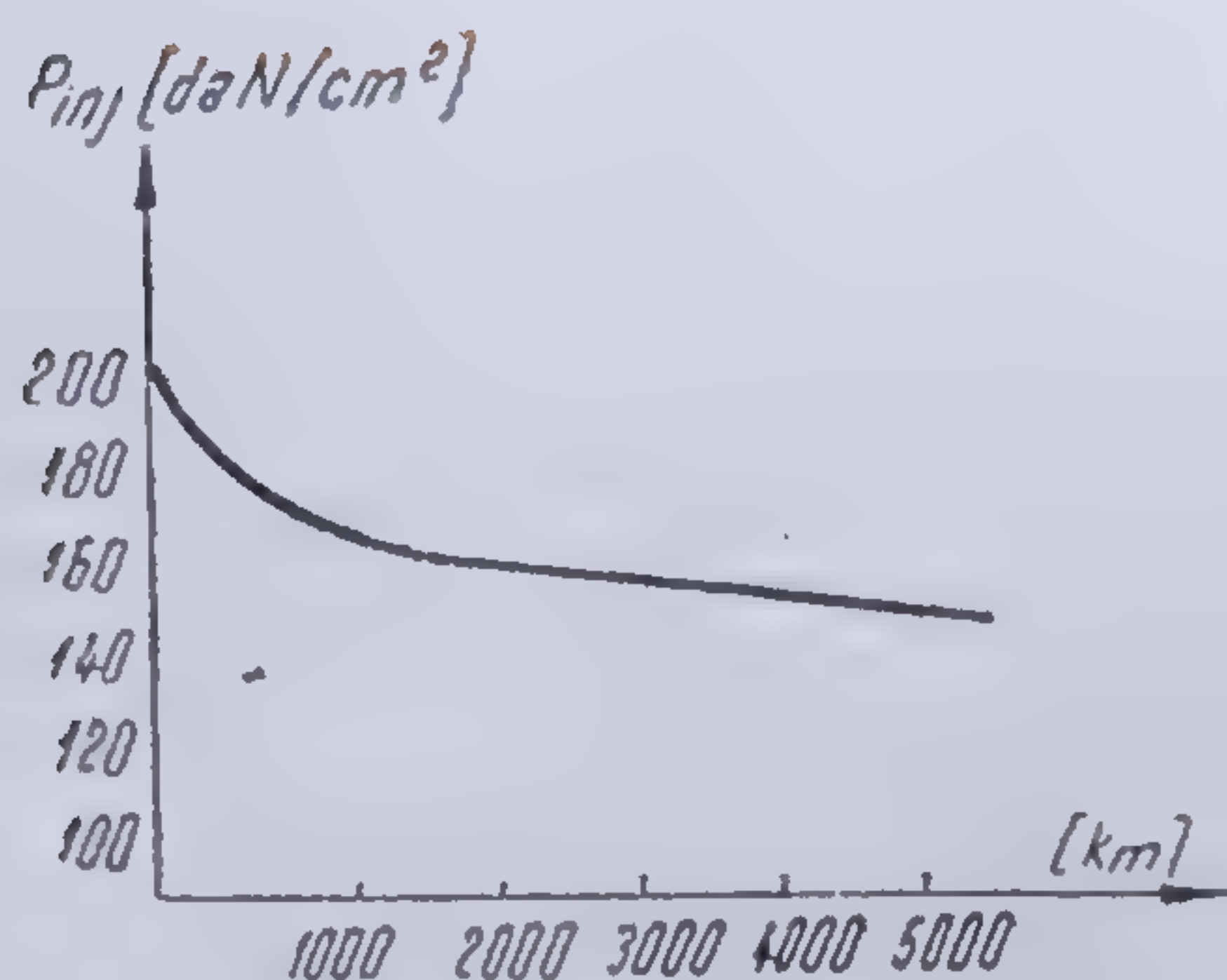


Fig. 4.53. Reducerea tensiunii arcului injectorului în funcție de parcursul automobilului.

combustibil. Evitarea scurgerilor se realizează prin filtrarea corespunzătoare a combustibilului folosit, respectiv prin refacerea etanșeității perechii ac-corp pulverizator.

Legat de fenomenele analizate mai înainte, adică uzura elementelor pompei de injectie și ale pulverizatorului, neetanșeitățile între ac și locașul din corpul pulverizatorului, precum și datorită tasării și reducerii rigidității arcului injectorului scade pe timpul exploatării presiunea de injectie. Tensiunea arcului scade mai repede în primii 600...800 km ai parcursului (fig. 4.53).

Scăderea tensiunii arcului injectorului face ca injectia să aibă loc mai înainte, durata de injectie a combustibilului se mărește și crește în final și consumul de combustibil. Astfel, în cazul scăderii presiunii de injectie de la 200 pînă la 1500 daN/cm², avansul la injectie crește cu aproximativ 3°, iar cantitatea de combustibil injectat se mărește cu 2—3%. În plus, scăderea presiunii de injectie duce la înrăutățirea pulve-

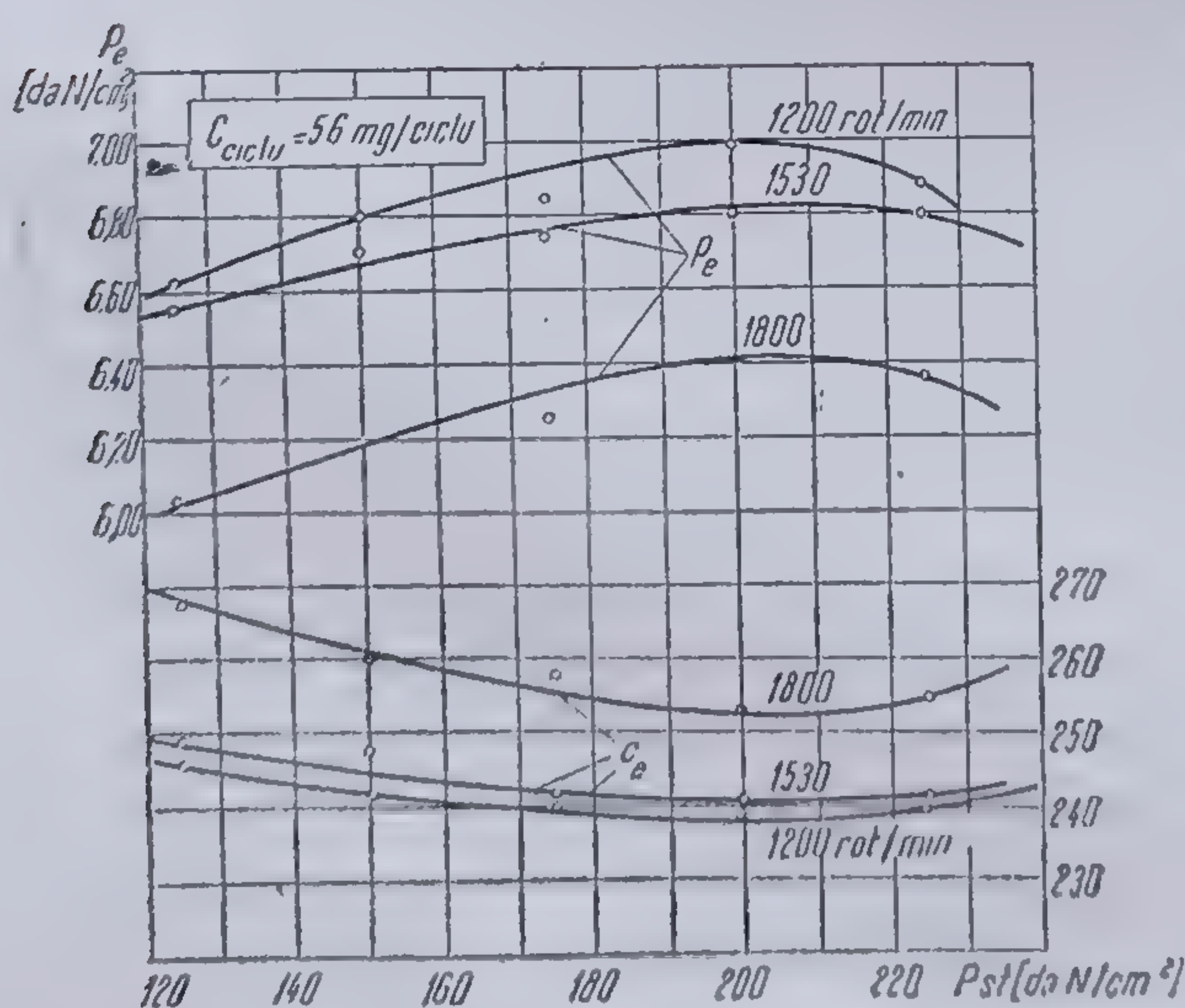


Fig. 4.54. Influența presiunii de injectie asupra presiunii medii efective și consumului specific efectiv de combustibil la diferite turații ale motorului.

pistonului elementului pompei de injectie. Combustibilul care se scurge pătrunde în cilindrii sub formă de picături mari, arderea se face greu și incomplet, ea continuând și pe timpul destinderii și evacuării. În același timp, o parte din combustibil se prelinge pe vârful pulverizatorului care, în urma oxidărilor parțiale, formează depuneri sub formă de cocs și micșorează secțiunea orificiilor de pulverizare astupîndu-le și va îngreuna în continuare procesul de pulverizare în motor.

În urma arderii incomplete scade puterea motorului și crește consumul de

combustibilului și ca urmare scade presiunea medie efectivă și crește consumul de combustibil al motorului (fig. 4.54). Astfel, rezultă cu claritate de ce este necesar a se executa în mod periodic verificarea și reglarea la nevoie a tensiunii arcului injectorului.

Filtrarea combustibilului înainte de intrarea lui în pompa de injectie este deosebit de importantă deoarece condiționează buna comportare și durata de funcționare a întregului echipament de injectie. Jocul între pistonul și cilindrul elementului de injectie este extrem de

redus avind valori între 0,75—2 μm , iar în unele cazuri pînă la 3 μm . Față de acest joc orice impuritate pătrunsă, chiar și cea mai fină particulă de praf, este dăunătoare prin efectul de uzură al elementelor de pompare sau prin efectul de pană care poate înțepeni pistonul-plonjor.

În raport cu destinația lor, filtrele de combustibil pentru motorul cu aprindere prin compresie se împart în patru grupe: 1 — filtre de epurare prealabilă; 2 — filtre de epurare brută; 3 — filtre de epurare preventivă; 4 — filtre de epurare fină. Filtrele din primele trei grupe au ca scop să sporească siguranța în funcționare a sistemului de alimentare. Numai filtrele de epurare fină servesc pentru reducerea uzurii și mărirea durabilității sistemului de injecție (tab. 4.8).

Tabelul 4.8

Influența filtrului de epurare fină asupra durabilității sistemului de injecție

Nr. crt.	Materialul elementului de filtrare	Pragul de filtrare [în μm]	Durata relativă de funcționare
1	Fără filtru	—	1,0
2	Filtru cu țesătură de bumbac	21	1,5
3	Filtru cu pislă	16	2,1
4	Filtru cu hîrtie	11	3,6
5	Filtru cu hîrtie specială	2,5	9,1

Filtrul de epurare fină se așază înaintea pompei de injecție și reține particulele sub 10 μm .

Dependența căderii debitului de combustibil pe ciclu, ΔC_{ciclu} în %, în funcție de pragul de filtrare al filtrului este reprezentată în figura 4.55. Se observă că, odată cu creșterea dimensiunii particulelor de impurități care pot trece prin filtrul de combustibil se mărește și cantitatea de combustibil care scapă pe la elementele de pompare din cauza uzurii acestor piese (fig. 4.56).

Totuși, cu îmbunătățirea pragului de filtrare crește rezistența hidraulică inițială a filtrului (fig. 4.57) și ca rezultat a acesteia se micșorează durata de serviciu a elementului de filtrare (de epurare fină) a combustibilului prin îmbîcsire.

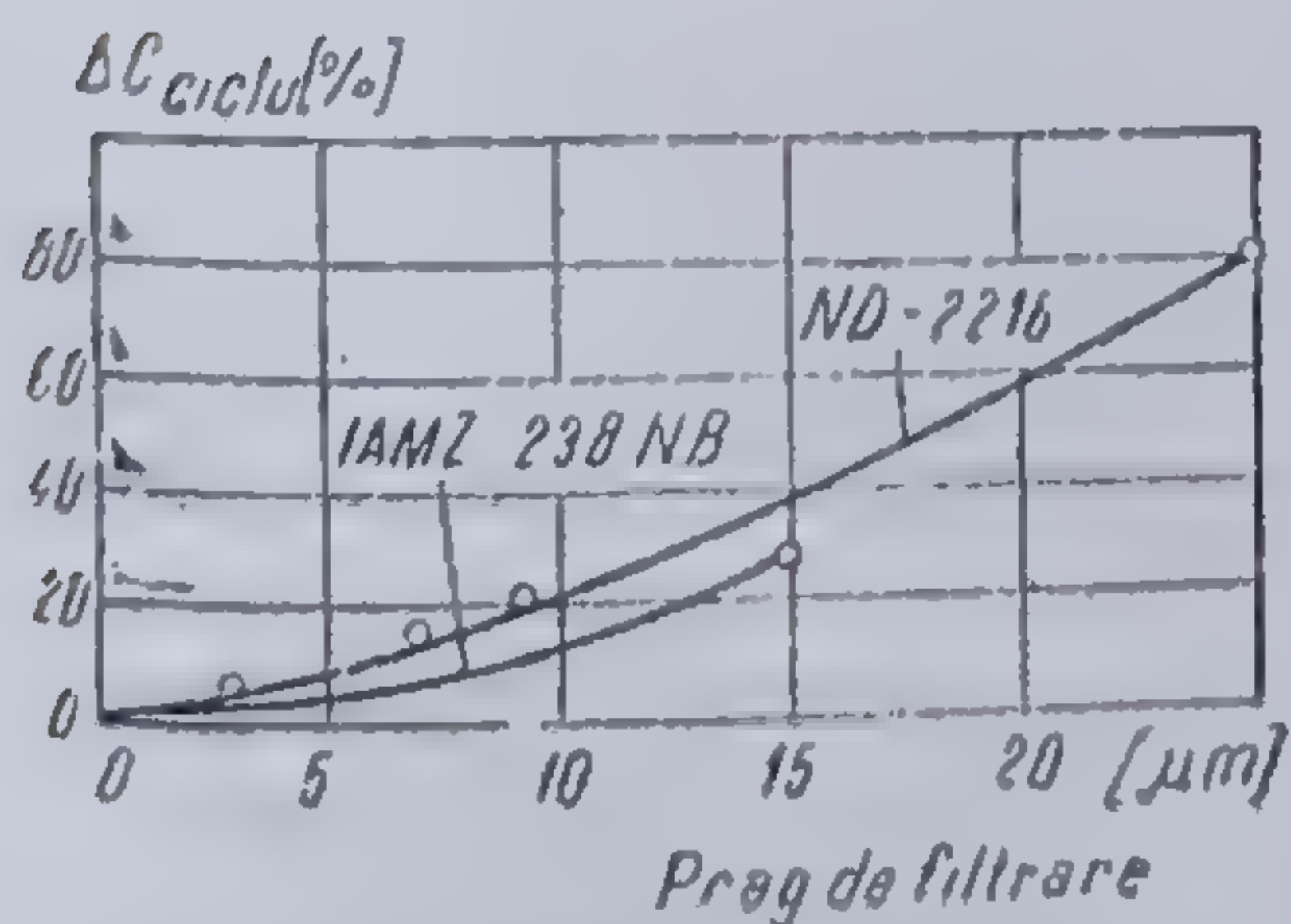


Fig. 4.55. Schimbarea debitului de combustibil pe ciclu, în funcție de pragul de filtrare al filtrului de combustibil.

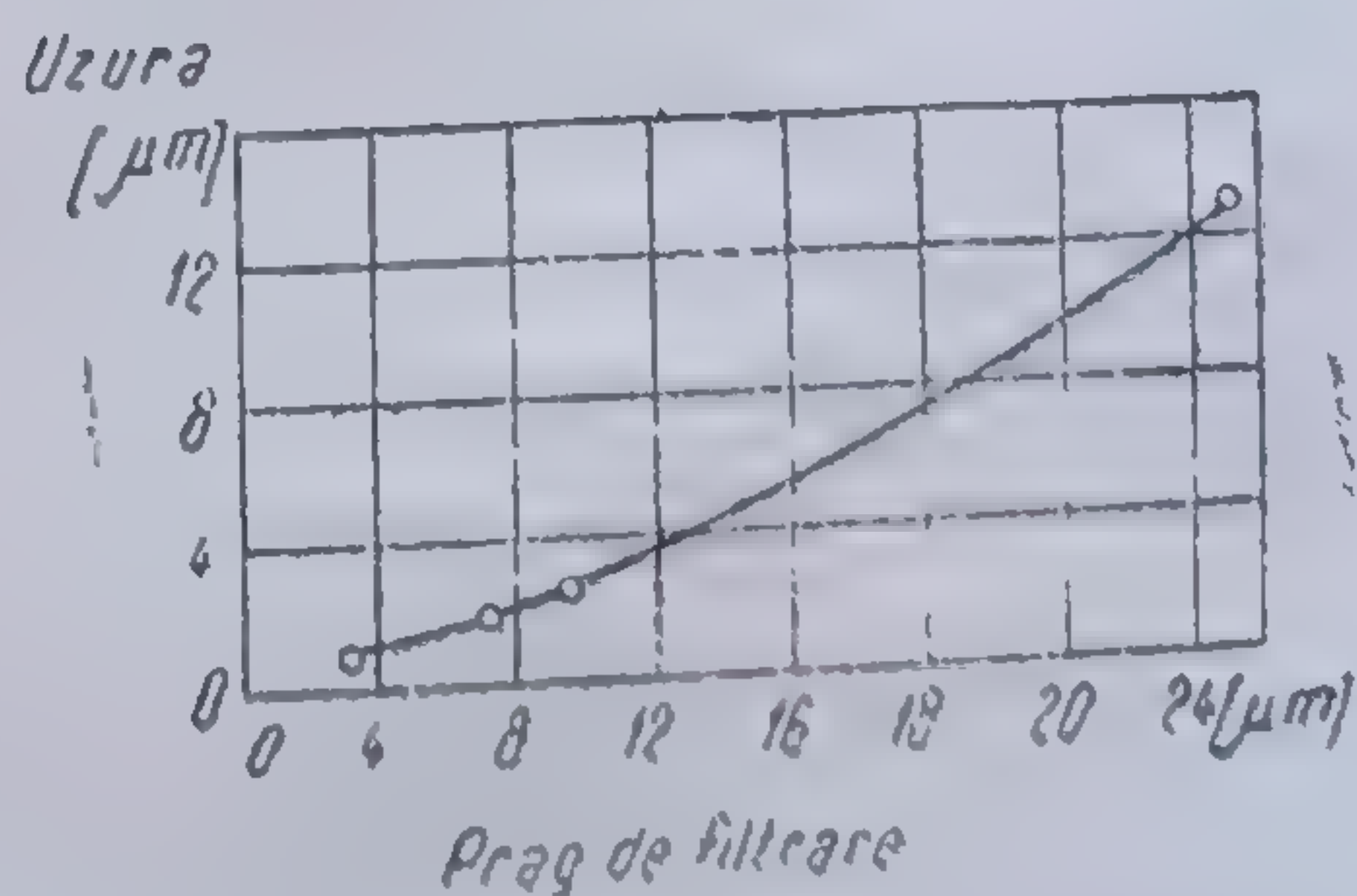


Fig. 4.56. Uzura elementelor de pompare în funcție de pragul de filtrare al filtrului de combustibil.

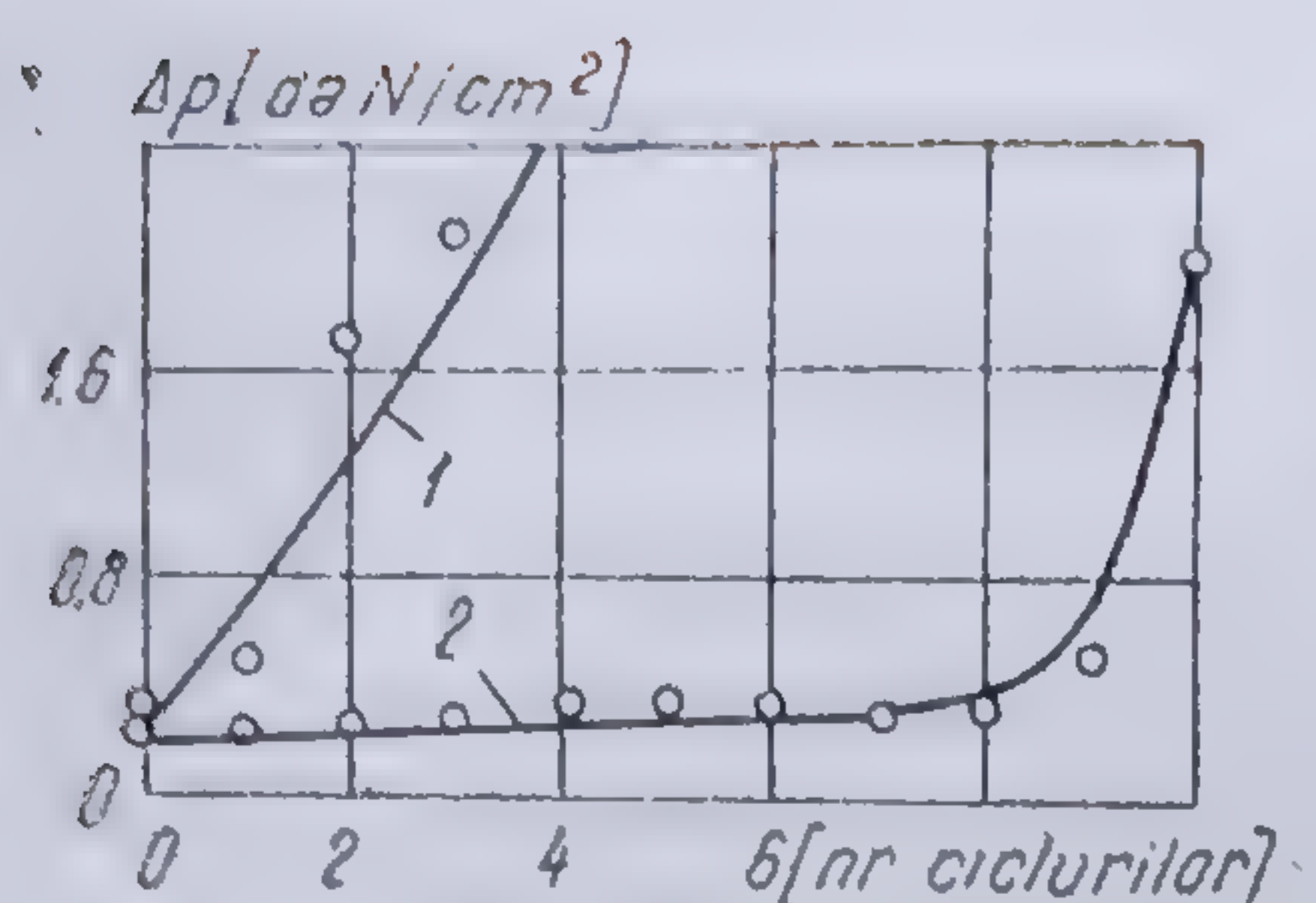


Fig. 4.57. Schimbarea căderii de presiune pe filtrul de combustibil în funcție de pragul de filtrare :
1 — prag de filtrare 3 μm ; 2 — idem 15 μm .

Rezistența hidraulică a filtrului poate să crească datorită îmbălsirii lui cu impurități pînă cînd căderea de presiune prin filtru devine aproape egală cu presiunea dezvoltată de către pompa de combustibili. Dacă nu se schimbă la timp elementul de filtrare, există pericolul ca motora să nu mai poată ajunge la motor, deci funcționarea acestuia să nu fie posibilă.

O dată cu creșterea timpului de exploatare apare înrăutățirea calităților de ungere ale uleiului din corpul pompei de injecție și regulatorului. Aceasta are loc ca urmare a scurgerii unei cantități de combustibil pe lângă pistonul-plonjor și

bucșă, a îmbătrînirii uleiului în urma funcționării la temperatură ridicată și ca rezultat al pătrunderii impurităților existente în mediul exterior în care se exploatează motoarele.

De aceea este necesar ca periodic, să se înlocuiască uleiul din cele două corpuri (pompa de injecție și regulator), în conformitate cu prevederile instrucțiunilor de exploatare.

Diagnosticarea stării tehnice și operații de întreținere. Diagnosticarea instalației de alimentare prin injecție se poate efectua prin metode globale sau prin măsurători directe.

O metodă globală frecvent utilizată este după culoare sau densitatea fumului prezent în gazele de evacuare care, chiar dacă nu duce întotdeauna la rezultate precise totuși constituie indiciul sigur al existenței unei defecțiuni (tab. 4.9).

Tabelul 4.9

Cauzele producerii fumului la evacuare la motoarele diesel

Cauză	Cauză frecventă	Cauză cu frecvență mică	Cauză excepțională
Debit excesiv al unor elemente ale pompei de injecție	×	—	—
Avans excesiv la injecție	—	×	—
Ordine de injecție incorectă	—	×	—
Supape de refulare blocate	—	—	×
Supape de refulare uzate	—	×	—
Presiune mică la injecție	×	—	—
Acul injectorului gripat	—	—	×
Injector cocsat	×	—	—
Injector obturat total	—	×	—
Vîrfurile pulverizatorului spart	—	×	—
Impurități pe tija acului injectorului	—	×	—

Este important de reținut că, întrucît diagnosticarea motorului după gradul de fum nu reprezintă un procedeu de identificare precisă a defecțiunilor, în metodica restabilirii stării tehnice a motorului, procedeul va fi repetat succesiv după diversele verificări operate asupra organelor instalației de alimentare, care se presupune că pot constitui cauza producerii fumului.

Stabilirea concentrației fumului din gazele de evacuare se poate efectua pe mai multe căi.

Una dintre acestea o reprezintă *analiza chimică a gazelor de ardere*, dar acest procedeu nu se pretează la măsurări rapide, nefiind deci acceptabil mai ales pentru folosirea în exploatare. Există însă alte trei procedee aplicabile atât în cercetare, cât și în exploatare și anume: *prin filtrare, prin absorbție și prin reflexie*, pentru care s-au construit aparate destinate stabilirii cifrei de fum, denumite *fumetre*.

La fumetrele bazate pe metoda filtrării, gazele evacuate sînt forțate să străbată un filtru, care reține funinginea. Aprecierea cantității de funingine reținute se poate face pe cale vizuală, prin fotometrie, prin cîntărire sau prin ardere.

Fumetrul Bosch ETAW se bazează pe citirea fotoelectrică a gradului de înnegrire a unei hîrtii filtrante, care a fost traversată de gazele evacuate de motor. Aparatul comportă o pompă (fig. 4.58, a) cu un volum de lucru de 330 cm^3 . La unul din capetele cilindrului 9, există un capac mobil 12, în care se fixează hîrtia de filtru 11, (Whatmann nr. 4). Capacul se fixează cu ajutorul arcului 13 și al capacului 14. Prin ștuțul 15 și racordul 16, pompa este pusă în legătură cu sonda de prelevare 17, care se plasează în țeava de evacuare 18 a motorului. În cilindrul 9 se deplasează pistonul 10, a cărui tijă 1 este ghidată de arc 2. Extremitatea stîngă a cilindrului este obturată de discul 8, și capacul 3. Piesa cilindrică 7, este prevăzută cu bilele 6. Piese 5 și 8, sînt puse în legătură cu piesa în formă de pară de cauciuc 19, prin racordul 20.

Înainte de efectuarea măsurării, pistonul 10 este împins spre dreapta pînă cînd degajarea circulară a tijei 1 ajunge în dreptul bilelor. Prin pătrunderea bilelor în canalul tijei, piesa 5 este eliberată, iar arcurile 4, o împing spre dreapta, blocînd tija și pistonul în această poziție. Pentru prelevarea probei, se acționează energic para 19. Aerul pompat de aceasta împinge spre stînga piesa 5; cînd locașul acesteia ajunge în dreptul bilelor, acestea sînt împinse spre exterior, sub acțiunea arcului 2, care trage și pistonul spre stînga, efectuînd aspirația gazelor de ardere prin hîrtia de filtru, care se va înnegri prin reținerea funinginii.

Stabilirea cifrei de fum se face pe cale fotoelectrică. Pentru aceasta, aparatul dispune de microampermetrul 21 (fig. 4.58, b), potențiometrul 25, pentru reglarea punctului nul, becul 22 și celula fotoelectrică circulară 23. După conectarea aparatului la o sursă de 12 V, se așază elementul

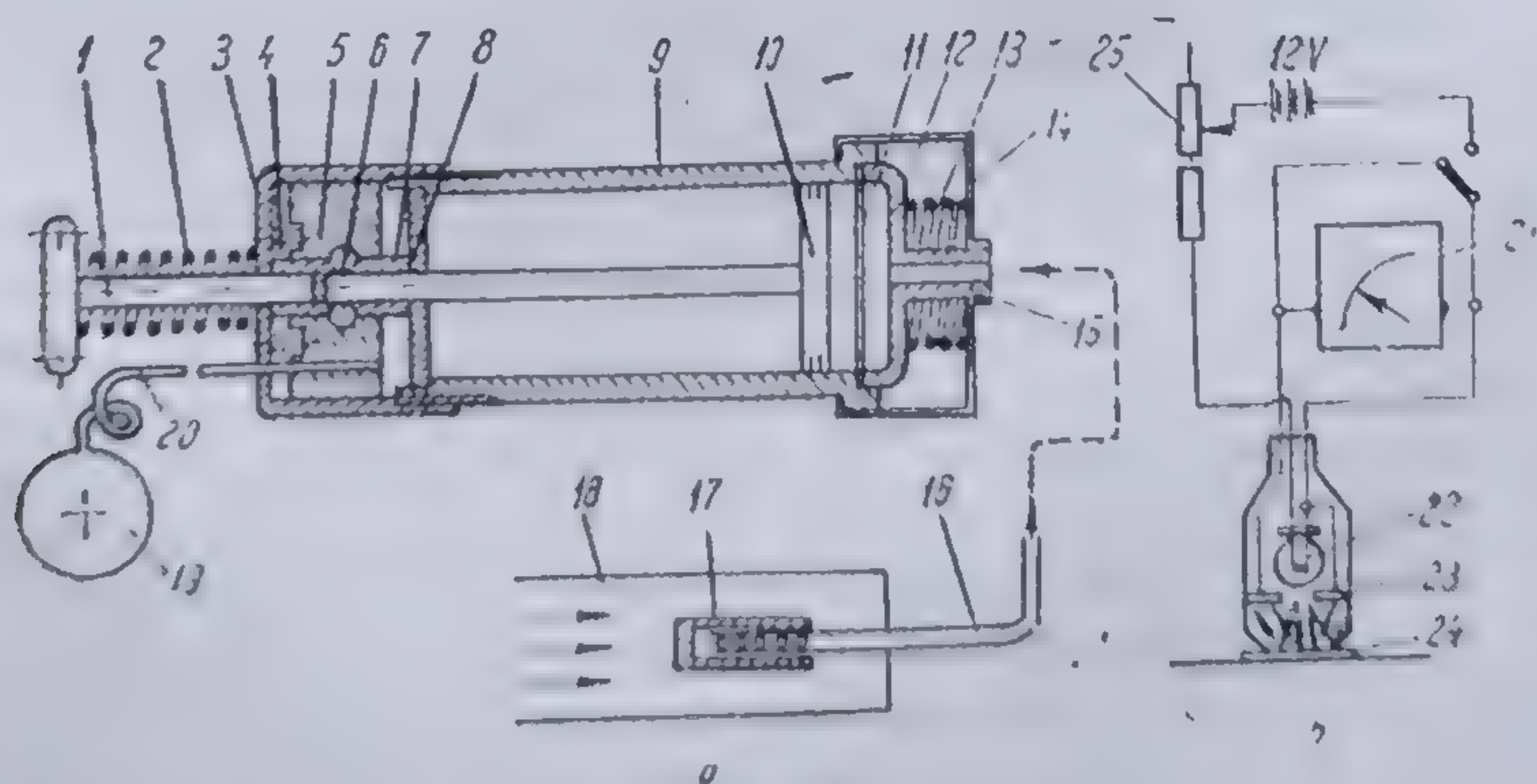


Fig. 4.58. Fumetrul Bosch ETAW.

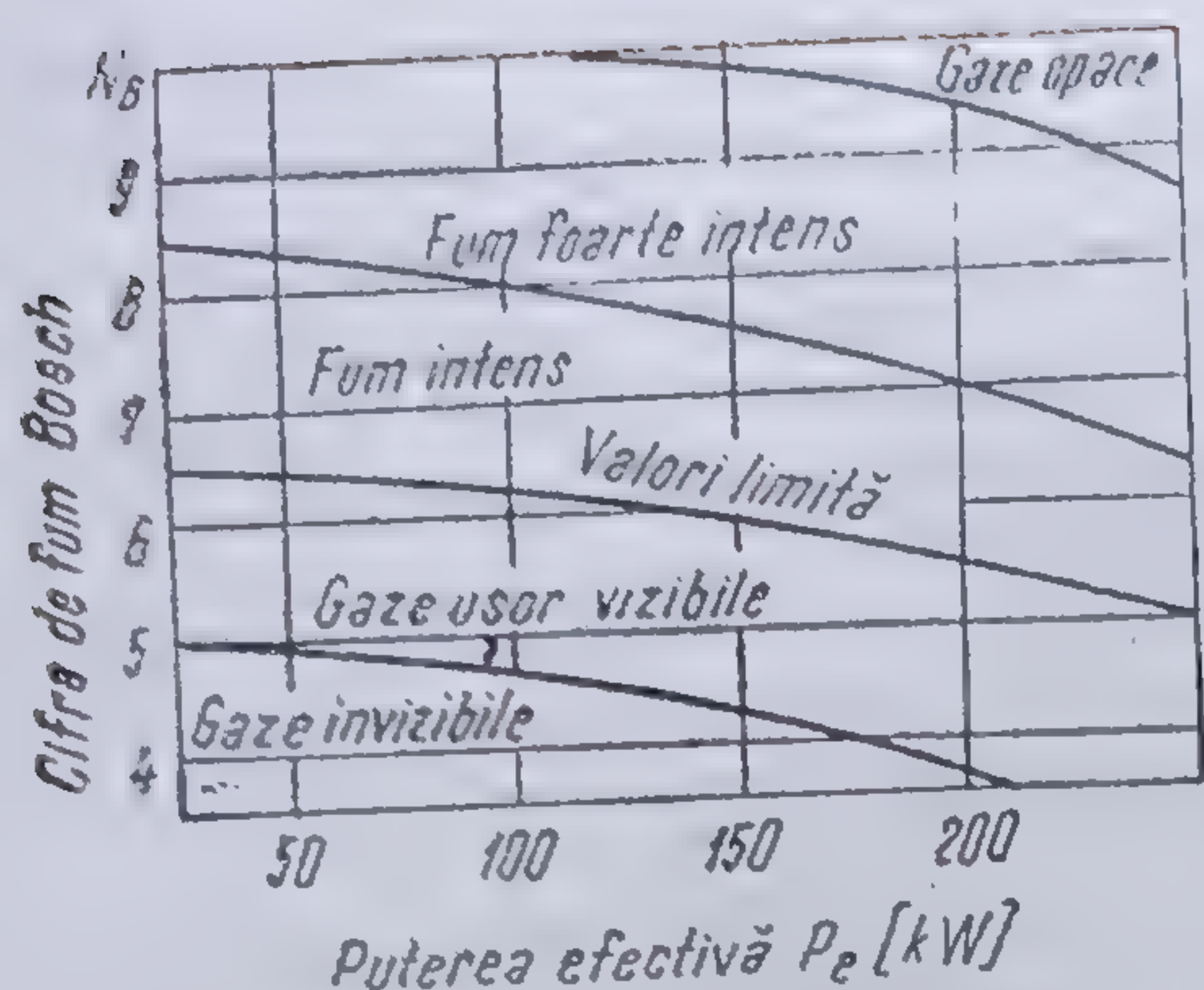


Fig. 4.59. Variația cifrei de fum Bosch în funcție de puterea motorului pentru diferite grade de transparentă ale gazelor de evacuare.

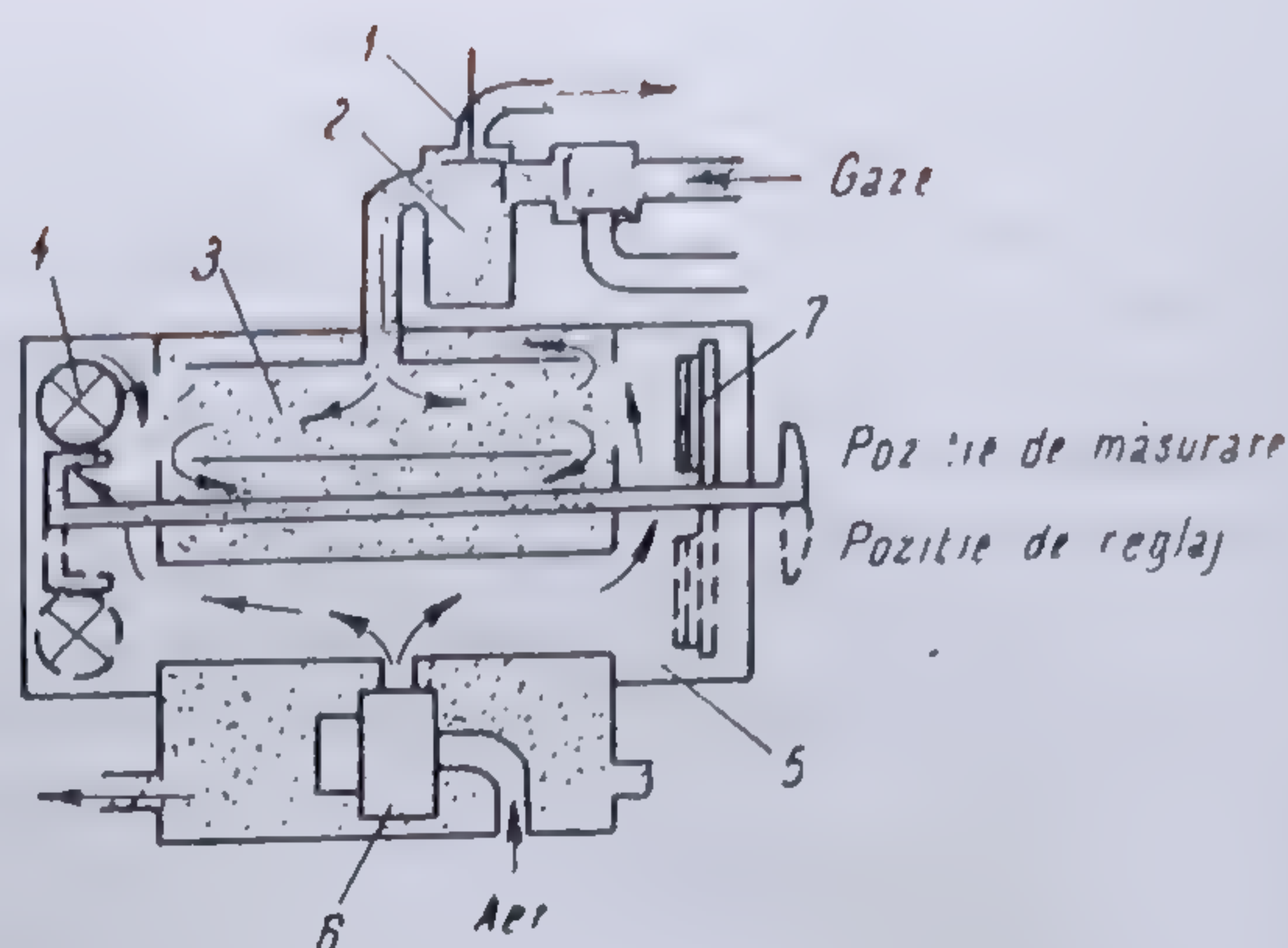


Fig. 4.60. Fumetrul Hartridge.

fototelectric pe hîrtia de filtru înnegrită 24; o parte din lumina emisă de lampa 22 va fi reflectată de filtru pe celulă, și anume într-un raport invers proporțional cu gradul ei de înnegrire. Celula fotoelectrică emite un curent care excită microampermetrul 21. Scala acestuia este împărțită în zece unități; gradația zero corespunde reflexiei hîrtiei albe, iar gradația zece absorbției totale a luminii. Folosind indicația ampermetrului și în conformitate cu scala Ringelman, se stabilește (fig. 4.59), în funcție de puterea nominală a motorului, dacă gradul de fum determinat se află dedesubt sau deasupra limitei de fum.

Dintre fumetrul de absorbție face parte fumetrul Hartridge (fig. 4.60). Gazele evacuate circulă în flux continuu prin tubul 3 (lung de 407 mm); deschis la capete și încadrat în becul 4, și celula fotoelectrică 7; gradul de fum este apreciat prin absorbția luminii în gaz.

Pentru aducerea la zero a aparatului indicator, care este un ampermetru, există tubul de aer 5, în dreptul căruia pot fi aduse, prin rotire, sursa luminoasă și celula. Separatorul de apă 2, și supapa de presiune 1, împiedică pătrunderea apei în aparat și evită erorile care s-ar putea produce datorită suprapresiunii gazelor din colectorul de evacuare (presiunea limită = 50 mm H_2O). Suflanta 6, realizează circulația aerului prin tubul de aer și limitează difuzia de gaze către sursa luminoasă și celula fotoelectrică, asigurînd o permanentă stare de curățire a acestora.

În grupa diagnosticărilor directe se încadrează aparatura de stand destinată verificării injectoarelor.

Verificarea presiunii de deschidere a injectoarelor se face cu un aparat care se compune în principiu dintr-un mic bazin 1 (fig. 4.61), prevăzut cu un clopot transparent 12, în care se montează injectorul 11. Un element de pompare, constituit din cilindrul 4, pistonul 5 și pîrghia de acționare 6, servește pentru a prelua combustibilul din bazin, prin intermediul supapei 3, și a-l introduce sub presiune în injector, prin supapa de refulare 7. Manometrul 8, indică presiunea combustibilului, iar ventilul 9, mijlocește descărcarea traseului de înaltă presiune prin conductele 2, după terminarea verificării.

Înainte de a se monta injectorul, destinat verificării la conductă 10, se acționează de cîteva ori maneta 6, pentru scoaterea aerului din aparat.

Numai după aceasta se montează injectorul (după curățirea sa exterioară prealabilă) și se manevrează ușor maneta, urmărind valoarea presiunii indicate de manometru în momentul producerii injecției.

Valoarea presiunii de deschidere a injectorului, citită la manometru, se compară cu cea indicată de întreprinderea constructoare și se aduc eventualele corecții prin reglarea injectorului.

Este bine ca înainte de verificarea injectorului să se verifice etanșeitatea aparatului, care se face obturînd conducta 10. După eliminarea aerului din aparat acționarea manetei aparatului, în condițiile montajului menționat, trebuie să fie însoțită de creșterea presiunii indicate de manometru. Cînd se atinge o presiune de minimum 300 daN/cm^2 , se consideră că standul este etanș dacă timp de cel puțin, un minut, manometrul nu arată o reducere a presiunii. În caz contrar, se verifică legăturile aparatului. Dacă însă aparatul nu permite atingerea presiunii de verificare, înseamnă că elementul său de pompă este uzat.

Pentru verificarea etanșeității acului injectorului se utilizează tot aparatul prezentat în figura 4.61, în care caz se pompează de câteva ori și se întrerupe legătura cu elementul de pompă, învîrtind ventilul 9. Dacă acul injectorului este neetanș presiunea la manometrul 8, scade rapid.

O dată cu verificarea presiunii de injecție și etanșeității acului pulverizatorului se controlează și calitatea pulverizării: forma jetului de combustibil finețea pulverizării și dacă, la terminarea injecției, combustibilul continuă să iasă sub formă de picături din injector.

Forma jetului trebuie să fie conică, axa conului să coincidă cu axa orificiului de ieșire, iar combustibilul să fie bine pulverizat avînd aspect de ceață. Picăturile în jetul de combustibil pulverizat indică a pulverizare necorespunzătoare, iar devierea jetului indică astuparea parțială a orificiului sau uzura acului pulverizatorului.

Verificarea stării tehnice a pompei de injecție se face cu o instalație complexă (fig. 4.62) care permite determinarea momentului începerii injecției, uniformitatea debitului pentru toate elementele de pompare, debitul elementelor pompei de injecție, precum și verificarea funcționării regulatorului și reglarea sa pentru diverse regimuri de funcționare.

Pompa de injecție este antrenată cu ajutorul unui motor electric prin intermediul unui variator hidraulic, care permite reglarea turației pompei în limitele prescrise. Alimentarea cu combustibil a pompei de injecție 1, se realizează din rezervorul 6, prin intermediul pompei de combustibil al pompei de injecție care refulează combustibilul în prealabil în filtrul 8. Rezervorul 6, este prevăzut cu indicatorul de nivel 4, și termometrul 5, iar menținerea nivelului combustibilului, în acest rezervor, este asigurată de pompa de combustibil 7, a standului, care aspiră motorina din rezervorul 12. Cu ajutorul distribuitorului 11, se realizează circuitul de combustibil dorit, iar manometrul 9, cuplat prin intermediul

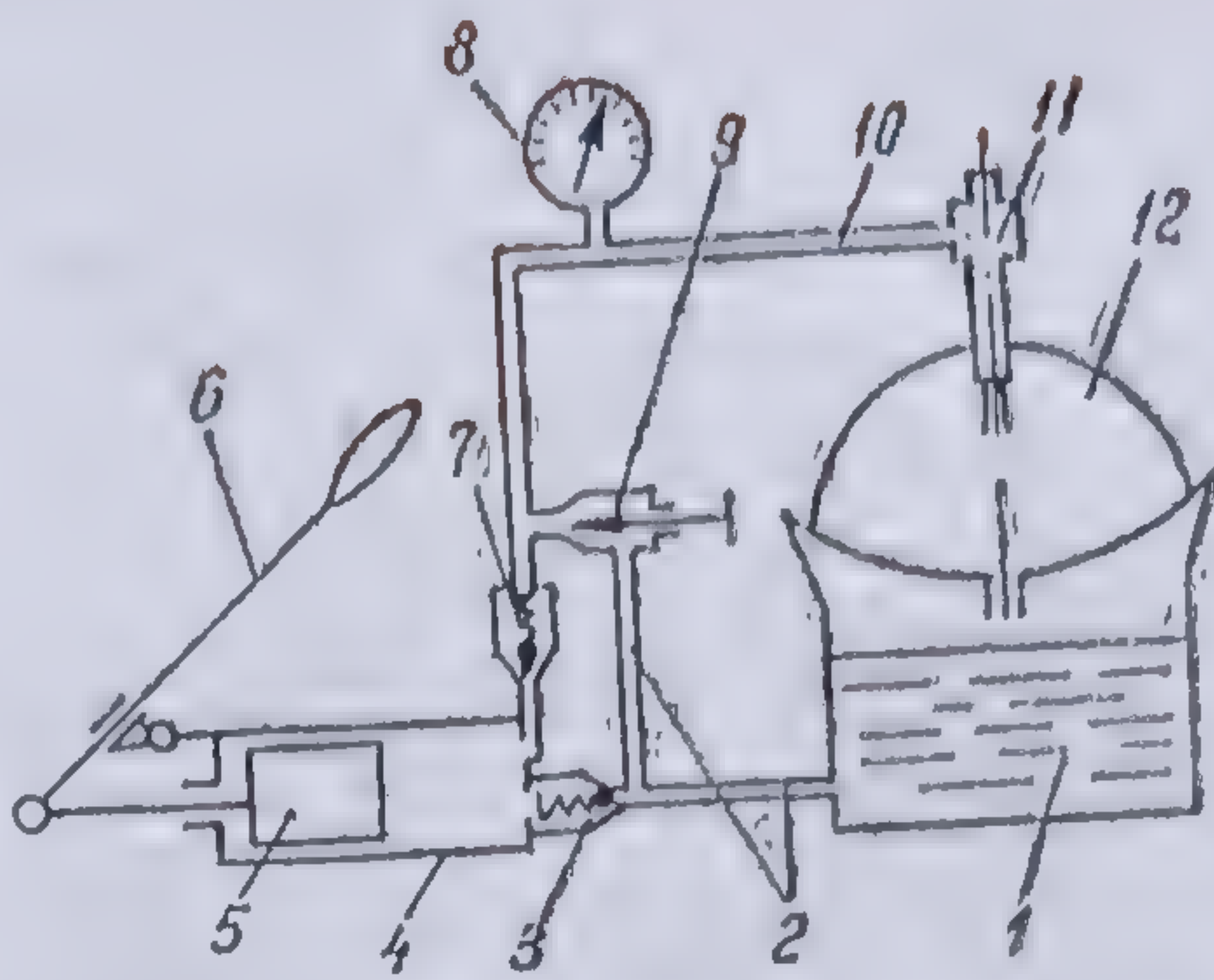


Fig. 4.61. Aparat pentru verificarea injectoarelor.

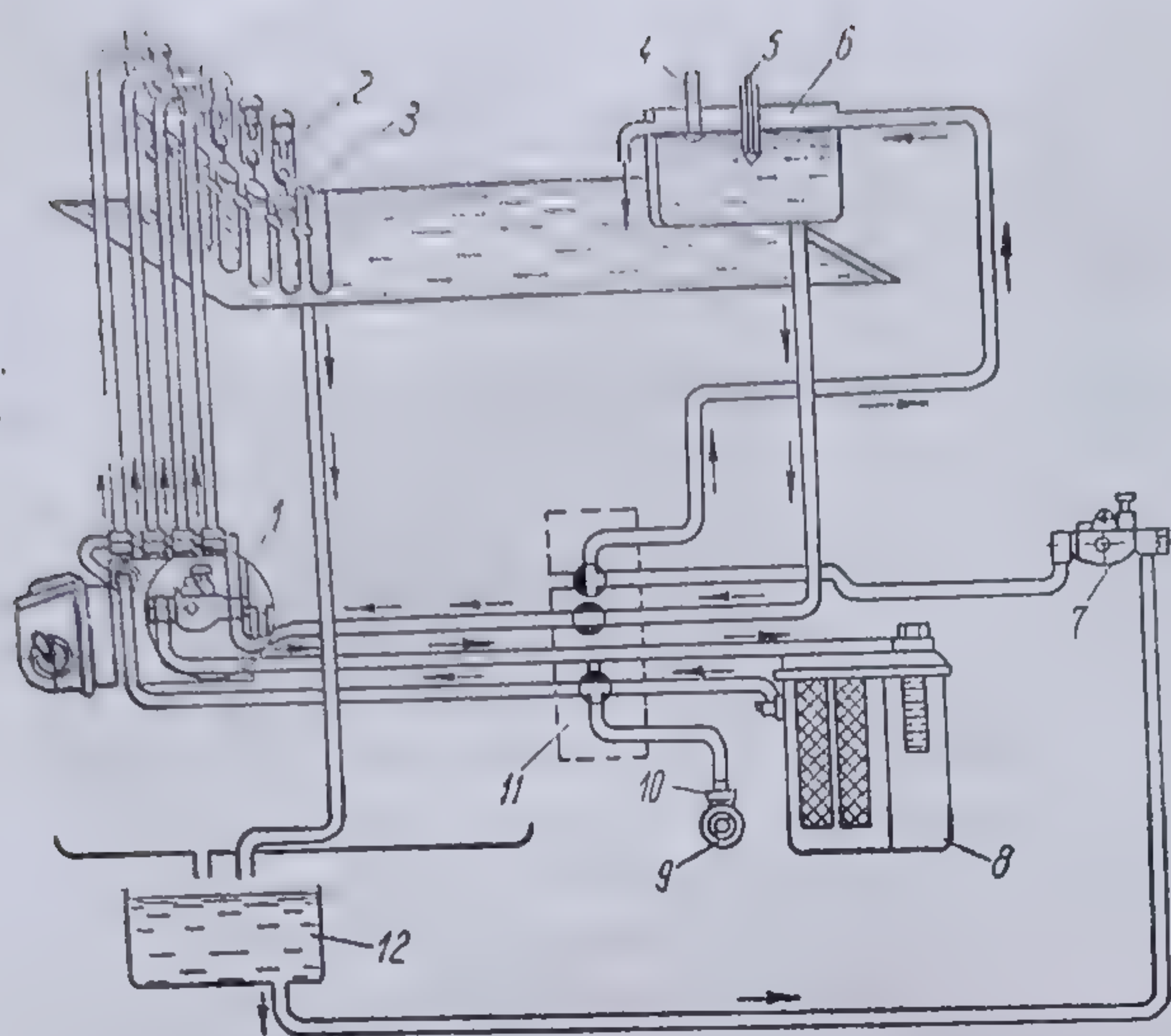


Fig. 4.62. Instalație pentru încercarea pompelor de injecție.

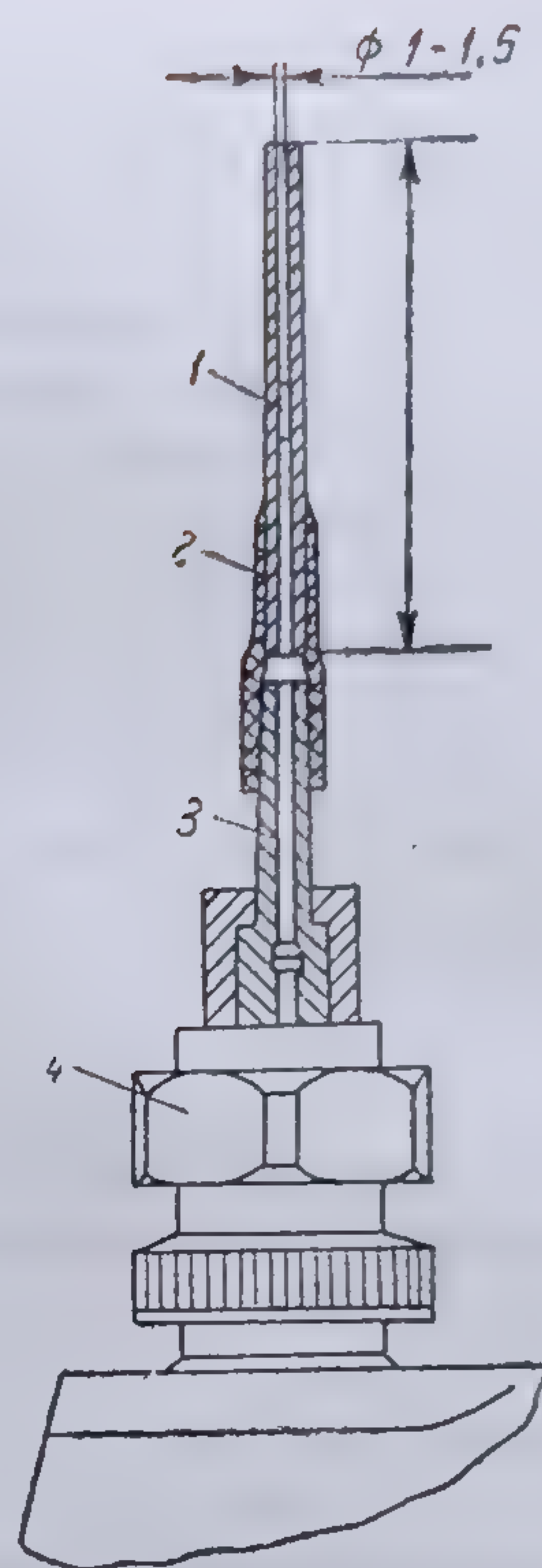


Fig. 4.63. Dispozitiv pentru determinarea avansului la injecție după menisc.

amortizorului 10, în circuitul hidraulic indică presiunea de refulare a pompei de combustibil.

Pompa de injecție debitează combustibilul la injectoarele 2, care sînt montate în suportii prevăzuți cu spărgătoare de jet. Măsurarea cantității de combustibil refulată la injectoarele elementelor de pompare se asigură prin cilindrii gradați 3.

Verificarea momentului începerii injecției se poate realiza după mai multe metode, dintre care, un procedeu destul de precis, este avansul după menisc. În acest scop se utilizează montajul prezentat în figura 4.63 care constă dintr-o bucată de țevă 3, prevăzută la unul din capete cu un con și piuliță de strîngere 4, la racordul elementului de pompare, iar la celălalt capăt prelungită cu un tub de sticlă 1, prin intermediul tubului de cauciuc 2. Tubul de sticlă trebuie să aibă diametrul interior de 1...1,5 mm. Se consideră începutul injecției, cînd la rotirea înceată a axului cu came, racordat la un sistem de reperare în grade, marginea superioară a pistonului-plonjor acoperă orificiul de descărcare a combustibilului în bușă și determină un impuls al meniscului combustibilului în racordul pompei de injecție.

Principalele operații de întreținere tehnică la instalația de alimentare a motoarelor cu aprindere cu compresie pentru automobilele fabricate în țara noastră sînt prezentate în tabelul 4.10.

Întreținerea tehnică a instalației de răcire a motorului. Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare. Sistemul de răcire al motorului are rolul de a realiza răcirea pieselor cu temperatură ridicată, în scopul

Tabelul 4.10

**Operațiile privind întreținerea tehnică a instalației de alimentare
a motoarelor cu aprindere prin compresie**

Felul lucrărilor	Operația care se execută	Periodicitatea km-echivalenți		Condiții tehnice	
		D797-05 SAVIEM	D2156 HMN ROMAN	D797-05 SAVIEM	D2156 HMN ROMAN
Control, verifica- re, re- glare	Verificarea stării garniturii bușonului de umplere al re- zervorului	zilnic	zilnic	închidere etanșă	
	Verificarea culorii fumului la evacuare	20 000	20 000	D=5,5 u.B.	D=5,0 u.B.
	Controlul etanșeității acului și al presiunii de injecție	10 000	10 000	190+8 daN/cm ²	175+8 daN/cm ²
	Reglarea uniformității de- bitului la elementele pompei de injecție	20 000	20 000	Gradul de neuniformitate maxim 3%	
Înlocuire, curățire	Curățirea (golirea) de impu- rități a rezervorului	60 000	60 000	—	—
	Curățirea prefiltrului pompei de alimentare	—	10 000	—	—
	Curățirea elementului filtrant din pîslă	—	60 000	—	Cădere de pres. max. 0,10daN/cm ²
	Înlocuirea elementului fil- trant din hîrtie al filtrului treapta I	2 500	7 500	Cădere de presiune prin fil- trele înlocuite max. 0,10 da N/cm ²	
	Idem, treapta a II-a	7 500	—		
	Completarea uleiului pînă la nivel, la filtru de aer	săpt.	săpt.	—	—
	Înlocuirea uleiului cu ulei curat și curățirea generală a filtrului de aer	5 000	5 000	În regim cu mult praf săptă- minal sau chiar mai des, după necesitate	
Ungere, gresare	Schimbarea uleiului din corpul pompei și regulatoru- lui	—	5 000	Vara: ulei M30 Super 2 sau SAE30 Iarna: M20 Super 2 sau SAE20 W/20	
	Ungerea mecanismului de comandă al pompei de injec- ție	5 000	5 000	Unsoare tip 2CS 116/70	

menținerii unui regim termic al motorului care să permită funcționarea la orice sarcină și în condiții de exploatare.

Unul din parametrii care caracterizează regimul termic al unui mo-
tor îl constituie temperatura lichidului de răcire, iar la motoarele ră-

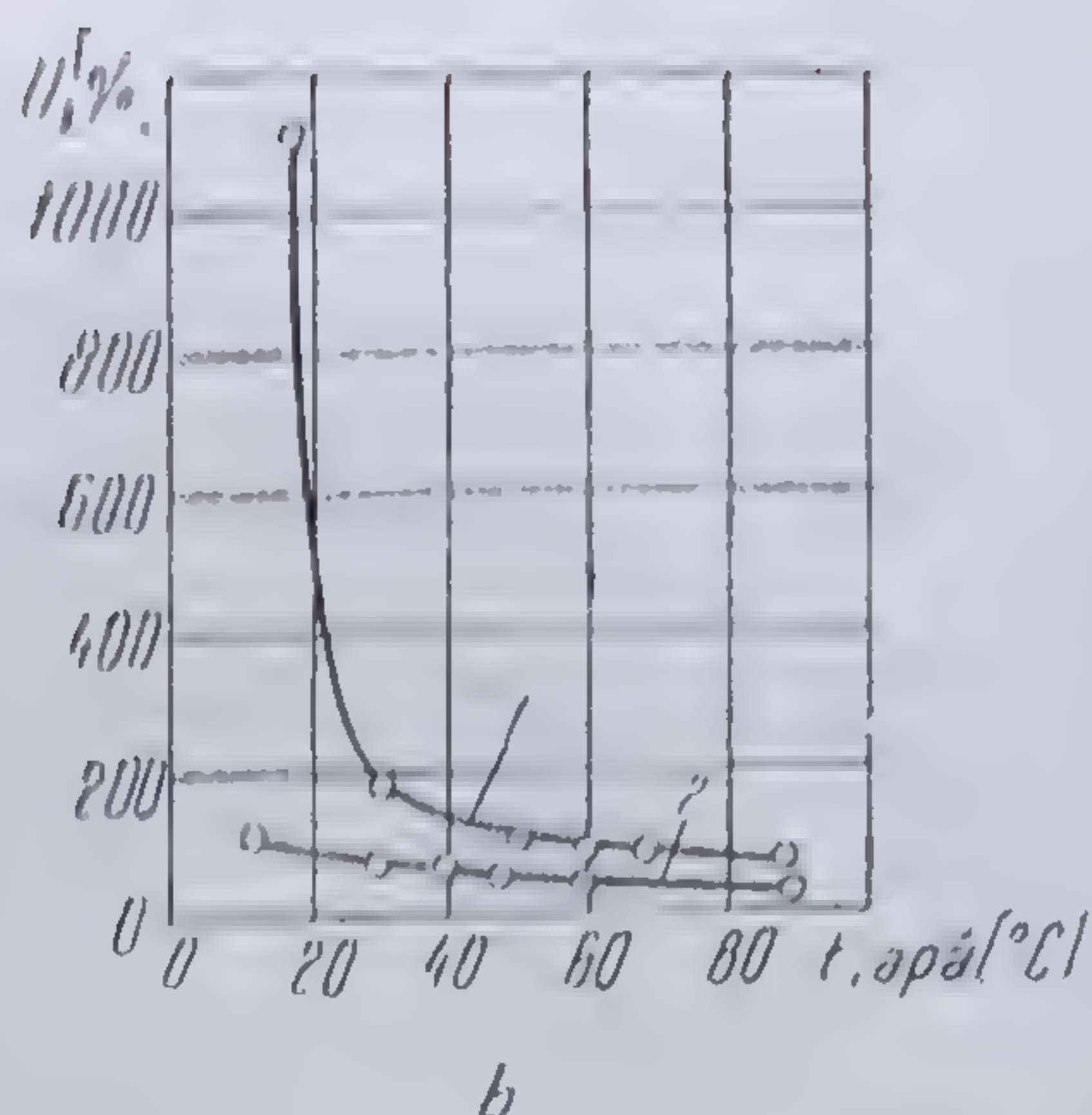
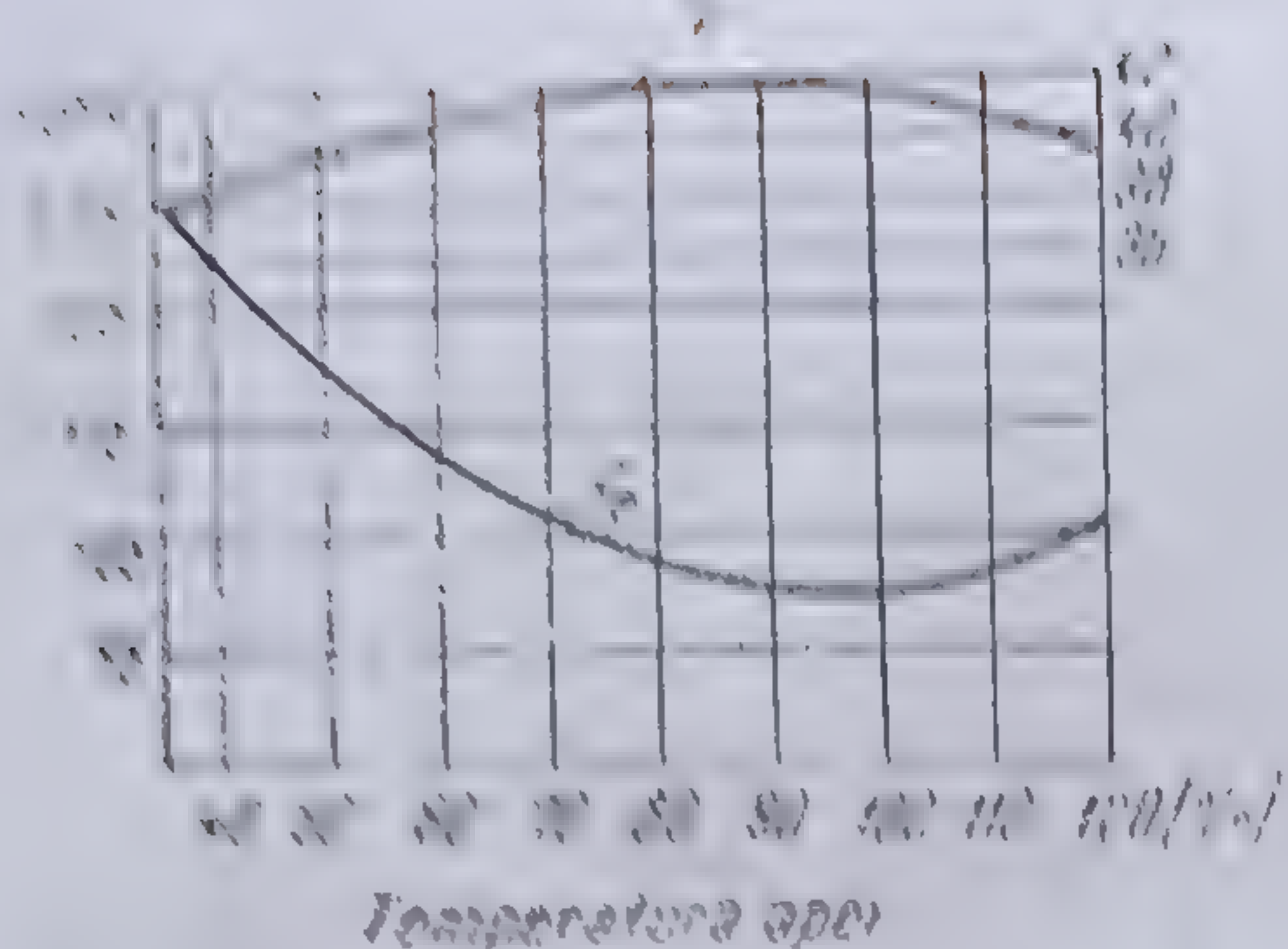


Fig. 4.64. Variația puterii și consumului specific de combustibil (a) și a uzurii motorului (b) în funcție de temperatura apei de răcire:
1 — benzină cu sulf; 2 — benzină fără sulf.

cite cu aer temperatura pieselor intens solicitate termic. Funcționarea motorului cu uzura cea mai redusă, cu un consum de combustibil minim și putere maximă se realizează la temperaturi ale lichidului de răcire de 80...90°C (fig. 4.64).

În procesul de exploatare funcționarea motorului și deci a instalației de răcire are loc la regimuri de sarcină și turație variate, ce conduce la consumuri de combustibil diferite.

În urma acestui fapt, cantitatea de căldură ce va fi preluată de lichidul de răcire va fi și ea diferită. Din această cauză, temperatura lichidului de răcire variază în limite destul de largi, condiționând funcționarea motorului în multe cazuri mult sub limita temperaturii optime a acestuia.

Cercetările realizate au evidențiat faptul că, dacă la temperatura optimă a lichidului de răcire resursa motorului după reparație capitală este de 80 mii km, atunci la 65°C ea se reduce la 60 mii km, iar la temperatura de 40°C ajunge să realizeze abia 30 mii km.

Schimbarea regimului termic este legată de o serie de schimbări ale stării tehnice ale instalației de răcire a motorului dintre care cele mai importante sînt următoarele:

- evaporarea lichidului de răcire;
- acoperirea cu impurități a elementelor de răcire ale radiatorului;
- depunerea crustei de platră pe pereții interiori ai instalației de răcire;
- modificarea caracteristicilor ventilatorului;
- înrăutățirea funcționării termostatlui.

În cazul evaporării — pentru micșorarea dimensiunilor pieselor instalației de răcire și deci a cantității de lichid care se evaporă, motoarele actuale se fac de tip închis și se prevăd cu supapă de abur și de aer.

În funcție de capacitatea instalației de răcire este stabilită o limită maximă pentru evaporarea lichidului fără a afecta funcționarea motorului. Această limită are valori de 10—12% din capacitatea instalației de răcire. Peste aceste limite se impune completarea lichidului din instalație.

Pe timpul exploatării, din cauza coroziunii arcurile supapelor bușonului radiatorului se tasează și își modifică rigiditatea, determinînd de-

Tabelul 4.11

Timpul de încălzire a apei pînă la o anumită temperatură
în funcție de starea de curățenie a radiatorului

Durata deplasării, în min.	0	10	15	25	50	85	120
Temperatura apei cînd radiatorul este curat, în °C	45	55	60	70	85	95	85
Temperatura apei cînd radiatorul este acoperit cu praf, în °C	45	70	85	95	105	—	—

reglarea și ca urmare evaporarea unei cantități mai mari de lichid din instalația de răcire.

Pierderea lichidului din instalația de răcire se mai poate produce și din cauza deteriorării legăturilor dintre piesele acesteia. De aceea este necesar ca în cadrul întreținerilor tehnice să se verifice și aceste legături.

Acoperirea cu impurități a elementelor de răcire se datoresc prafului care se găsește în aerul înconjurător și care este antrenat de ventilator și trece prin radiatorul instalației de răcire, depunîndu-se pe acesta și înrăutățind condițiile de răcire. Cantitatea de praf în funcție de calitatea îmbrăcămînții drumului poate să varieze de la 0,004 pînă la 5 g/m³ de aer.

Cantitatea de praf care se depune depinde de starea suprafeței radiatorului (uscătă sau umedă), precum și de drumul pe care-l parcurge aerul înainte de a trece prin motor. În cazul formării unui strat de praf pe suprafețele de răcire ale radiatorului, se micșorează coeficientul de transfer de căldură, prin urmare cantitatea de căldură schimbată cu mediul înconjurător este mai mică și deci temperatura lichidului de răcire va crește. Din tabelul 4.11 rezultă că în cazul radiatorului acoperit cu praf, temperatura maximă a fost atinsă după numai 50 min, în continuare fiind necesare măsuri pentru a reduce temperatura lichidului de răcire.

Pentru curățirea radiatoarelor se folosesc diferite procedee: suflarea cu aer comprimat sau cu jet de apă, spălarea cu motorină sau petrol, demontarea și spălarea cu o soluție de NaOH.

Depunerea crustei de piatră a fost analizată mai înainte (subcap. 2.5). Crusta de piatră formată pe pereți, avînd o conductibilitate termică foarte redusă în comparație cu aliajele din care sînt confecționate blocul de cilindri și chiulasa, provoacă reducerea cantității de căldură transmisă agentului de răcire și în consecință va crește solicitarea termică a acestor piese datorită atingerii unor temperaturi mult mai ridicate decît cele normale.

Cercetările efectuate au evidențiat faptul că, formarea crustei de piatră se realizează, pe fondul unui proces de corodare intens al pereților cămășilor de răcire din fontă și oțel, cînd în straturile apropiate de pereții acestora predomină cantitatea oxizilor de fier, iar în părțile exterioare ale crustei de piatră, în apropierea apei de răcire, crește cantita-

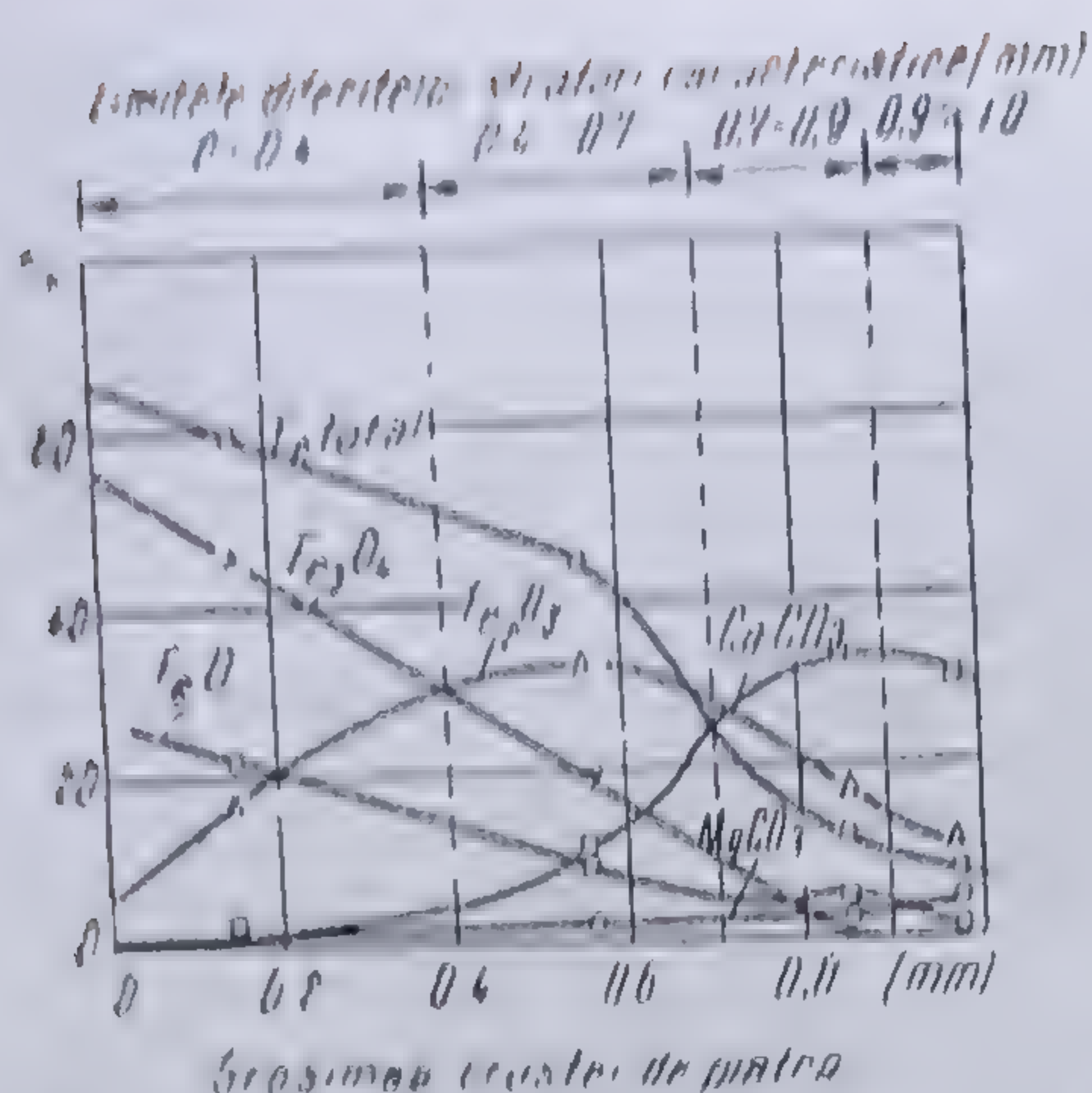


Fig. 4.65. Compoziția chimică a crustei de platră.

Variația debitului de aer al ventilatorului, pe timpul exploatării motoarelor de automobile, poate duce la funcționarea anormală a instalației de răcire. Modificarea debitului ventilatorului se poate produce ca urmare a modificării poziției și deformării paletelor din cauza lovirilor sau antrenării manuale a arborelui cotit.

Funcționarea corectă a termostatalui reduce uzura pieselor motorului și în special al grupului cilindru-piston, atât ca urmare a reducerii timpului de încălzire a acestuia după pornirea la rece (fig. 4.66) cât și datorită menținerii temperaturii lichidului de răcire în domeniul optim când automobilul se află pe parcurs. Când în circuitul apei de răcire a motorului se intercalează un termostată în stare tehnică bună se observă o reducere însemnată a uzurii motorului la pornire față de situația când acesta lipsește (fig. 4.67).

O parte însemnată din timpul anului automobilul lucrează în condiții de temperatură a aerului relativ scăzută și la o sarcină a motorului medie. Pentru temperatura aerului între $+5$ și $+10^{\circ}\text{C}$ instalația de ră-

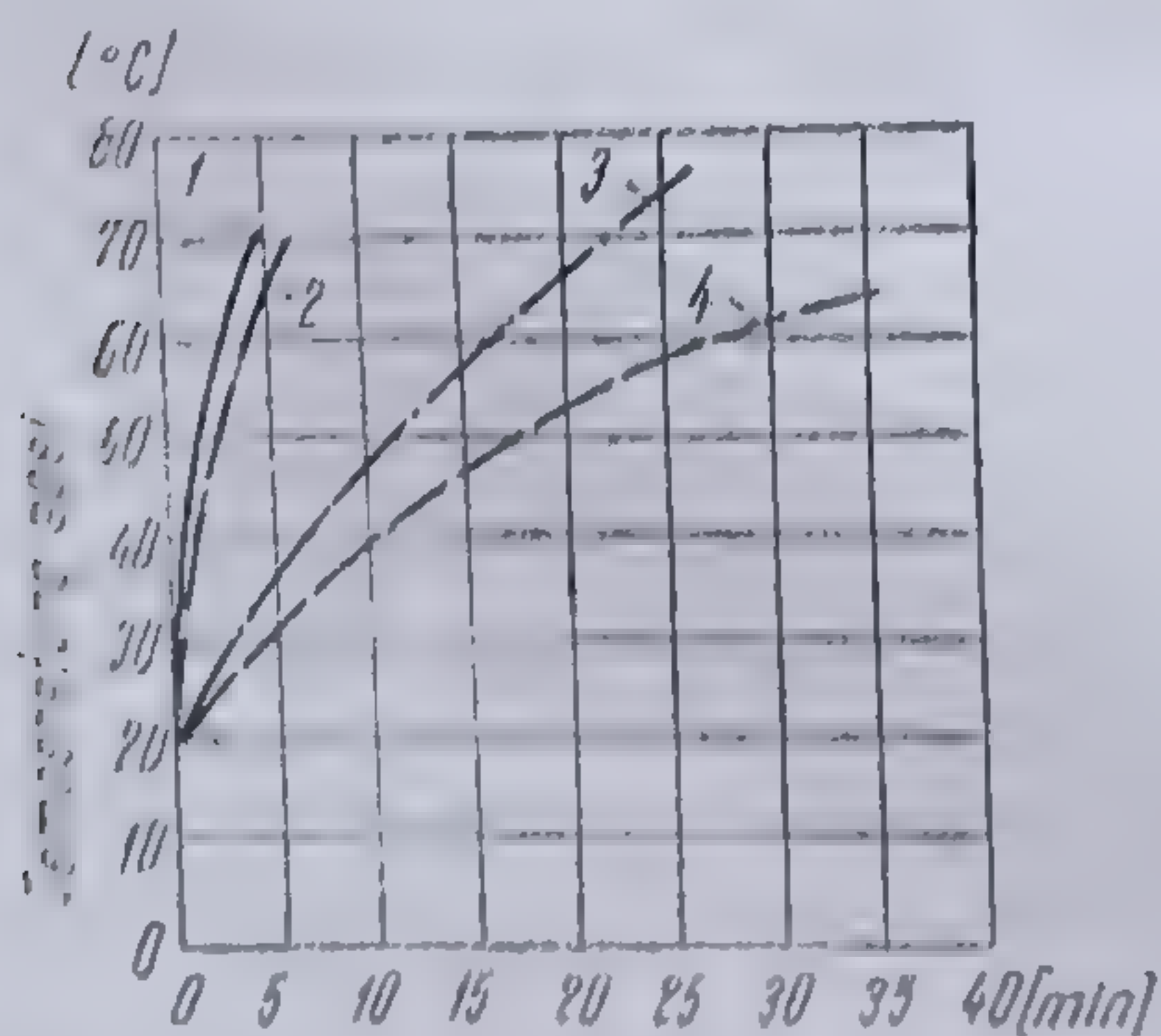


Fig. 4.66. Variația temperaturii apei de răcire în funcție de timpul de încălzire: 1 — cu termostată și jaluzele închise; 2 — cu termostată închis și jaluzele deschise; 3 — fără termostată și cu jaluzele închise; 4 — fără termostată și cu jaluzele deschise.

tea carbonatului de calciu și de magnezlu (fig. 4.65). În acest fel, de la o anumită grosime a crustei de platră se atinge treptat procesul de oxidare a fierului, în schimb însă va crește cantitatea pietrei formate în mod progresiv.

Crusta depusă, pe pereții tuburilor radiatoarelor, micșorează secțiunea de trecere a apei și reduce conductibilitatea lor termică. Depunerile de crustă de platră, în radiator, sînt mult mai mici decît cele care au loc pe pereții camerelor de răcire. În majoritatea cazurilor aceste depuneri au influență redusă asupra comportării radiatorului de răcire.

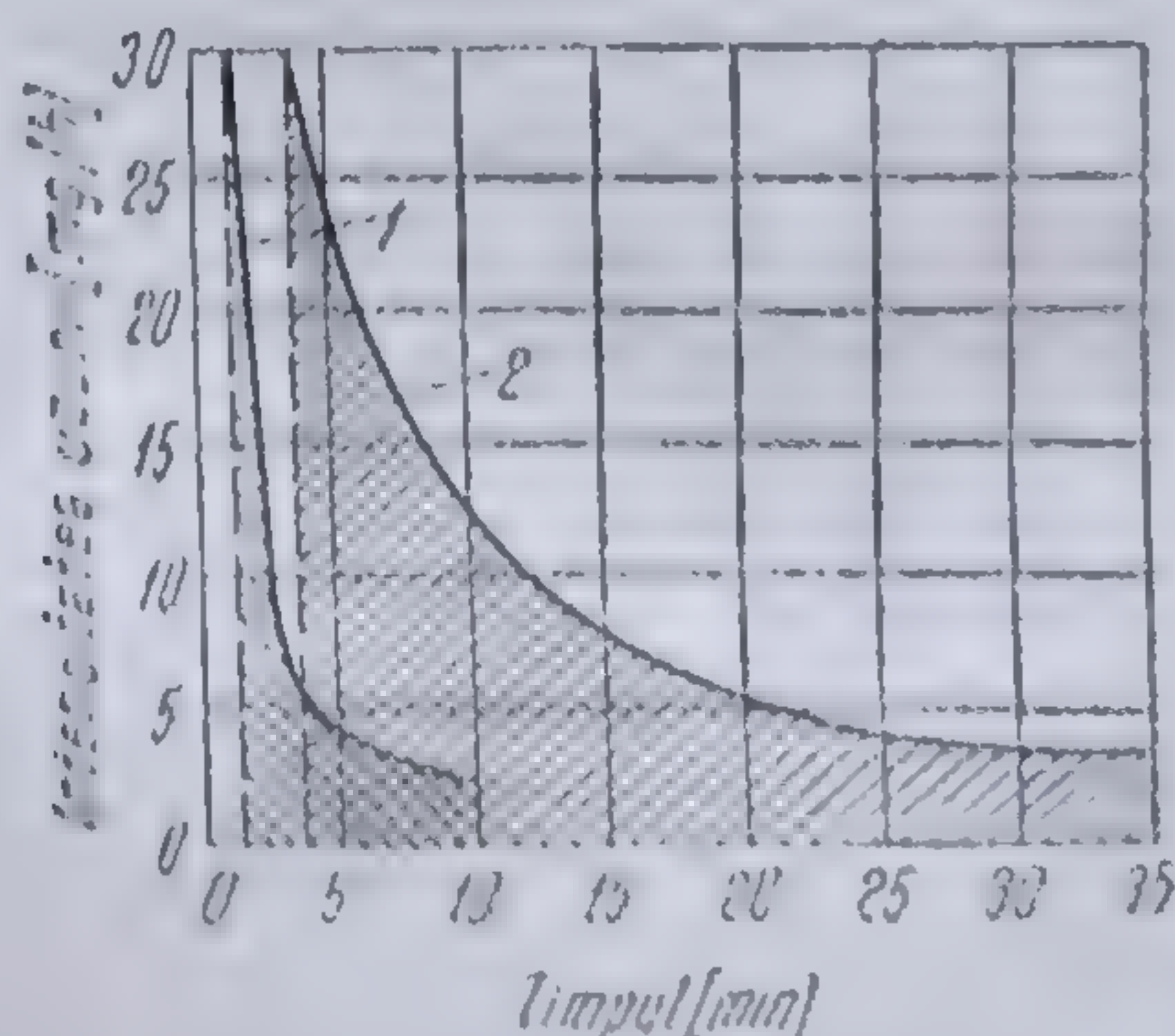


Fig. 4.67. Influența termostatalui asupra uzurii motorului, în timpul încălzirii, în regimul de mers în gol: 1 — cu termostată; 2 — fără termostată.

cire poate trece spre subrăcire. Subrăcirea se înlătură prin montarea termostatului în circuitul lichidului de răcire, a huselor sau a jaluzelelor în fața radiatorului (pentru micșorarea debitului de aer aspirat de ventilator prin acesta), menținând temperatura minimă de răcire a lichidului între limitele de $70 \dots 80^\circ\text{C}$

Unele din schimbările intervenite în starea tehnică a instalației de răcire, cum sînt evaporarea lichidului de răcire, acoperirea cu impurități ale radiatorului, depunerea crustei de piatră sau deteriorarea paletelor ventilatorului, produc supraîncălzirea pieselor motorului ce ridică în mod substanțial solicitarea lor termică. Dar această supraîncălzire, poate să apară chiar și în cazul unor schimbări a componentelor instalației.

De exemplu, pentru instalația de răcire în care nu este prevăzută un vas de compensare apar căderi de presiune apreciabile în circuitul lichidului de răcire datorită rezistenței hidraulice a unor componente (mai ales a radiatorului) ce creează o depresiune ridicată în fața pompei de apă. În felul acesta, presiunea statică absolută, va fi destul de coborîtă față de cea atmosferică normală, care reduce și temperatura de fierbere a apei. Se vor forma zone de abur care fac ca o dată cu apa pompa să antreneze și abur, reducîndu-se deci cantitatea de apă pompată (fig. 4.68). În urma acestui fapt, temperatura lichidului de răcire continuă să crească, ceea ce va duce la supraîncălzirea motorului.

Pentru a evita urmările supraîncălzirii este necesar să se regleze regimul termic al motorului provizoriu pînă cînd se ajunge cu automobilul într-un atelier unde se pot elimina defecțiunile ivite în exploatare. Această reglare se poate realiza prin:

- variația cantității de aer care răcește radiatorul;
- modificarea regimului de funcționare al motorului.

Primul procedeu se realizează prin modificarea secțiunii de trecere a aerului, respectiv prin deschiderea jaluzelelor. În situația cînd secțiunea jaluzelelor nu poate fi modificată (sînt complet deschise), sau în cazul autovehiculelor cărora nu li se poate varia cantitatea de aer ce trece prin radiator, evacuarea căldurii se poate realiza prin al doilea procedeu, și anume, prin modificarea regimului de funcționare.

Diagnosticarea stării tehnice și operații de întreținere. Operațiile de diagnosticare în cazul instalației de răcire se referă la verificarea funcționării termostatului și a bușonului radiatorului, respectiv vasului de compensare.

Verificarea termostatului se execută pe instalația reprezentată în figura 4.69, unde termostatul 2, este introdus în vasul cu apă 1. Apa se încălzește cu ajutorul rezistenței 8, controlîndu-i-se gradul de încălzire cu

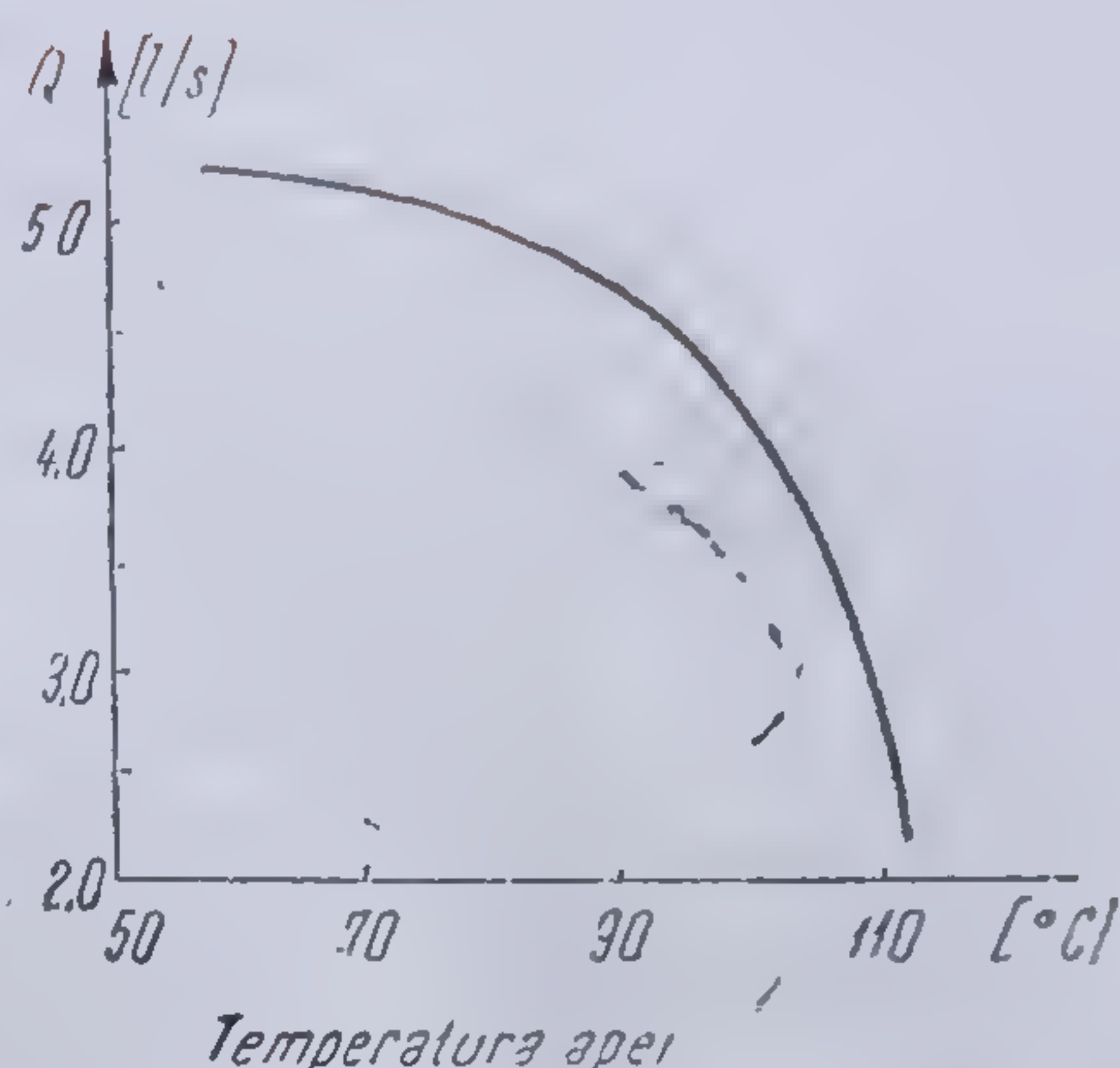


Fig. 5.68. Variația debitului pompei de apă în funcție de temperatura apei din instalația de răcire.

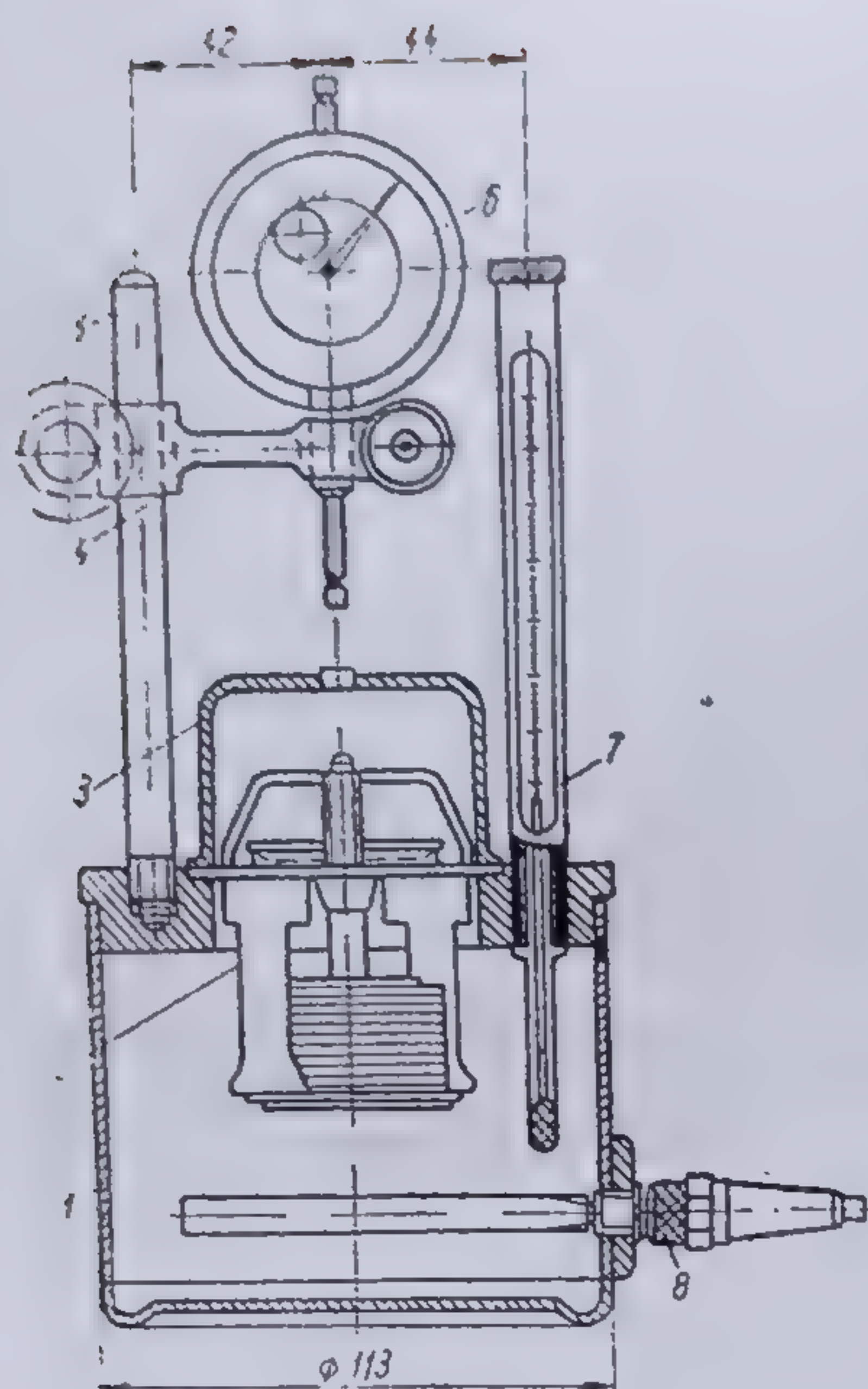


Fig. 4.69. Instalație pentru verificarea termostatului.

termostatul 7. Fixarea termostatului în aparat se realizează prin capacul 3. Deplasarea supapei termostatului se poate măsura cu ajutorul ceasului comparator 6, care este fixat în brațul 4 și poate glisa de-a lungul tijei verticale 5.

La majoritatea motoarelor, când termostatul este în stare bună de funcționare, supapa începe să se deschidă la temperatura de $75 \pm 2,5^\circ\text{C}$. Deschiderea completă a supapelor (la o înălțime de ridicare de 8—9 mm față de scaunul ei) are loc la temperatura de $90 \pm 2,5^\circ\text{C}$. La răcirea termostatului supapa trebuie să se închidă complet la temperatura de $70 \pm 2,5^\circ\text{C}$.

Etanșeitățile instalației de răcire depinde, în primul rând, de închiderea etanșă a supapelor bușonului radiatorului, respectiv vasului de compensare. Verificarea funcționării corecte a acestuia se realizează pe instalația reprezentată în figura 4.70, care constă din rezervorul de aer 2, manometrul 4, vasul 5, pentru montarea supapelor de vaporii 11, și de aer 12, capacul 6, cu șurubul de fixare 7, pentru strângerea bușonului indicatorul 10, prevăzut cu acul 9 și robinetele 3, 8 și 13. În corpul indicatorului se așază un flotor, care sesizează momentul deschiderii supapelor. Pentru verificarea supapelor, bușonul se montează în vasul 5, se închid robinetele 3, și 13, și se cuplează aparatul cu sursa de alimentare cu aer comprimat la 1,4—1,5 daN/cm². Presiunea în rezervorul de aer poate fi creată și cu ajutorul unui compresor sau pompă manuală de aer pentru pneuri.

Presiunea de ridicare a supapei de vaporii 11, se determină unind partea superioară a vasului 5, cu indicatorul 10, prin intermediul robinetului cu două căi 8, și admiterea aerului în partea inferioară a vasului cu ajutorul robinetului cu două căi 13. În momentul deschiderii supapei,

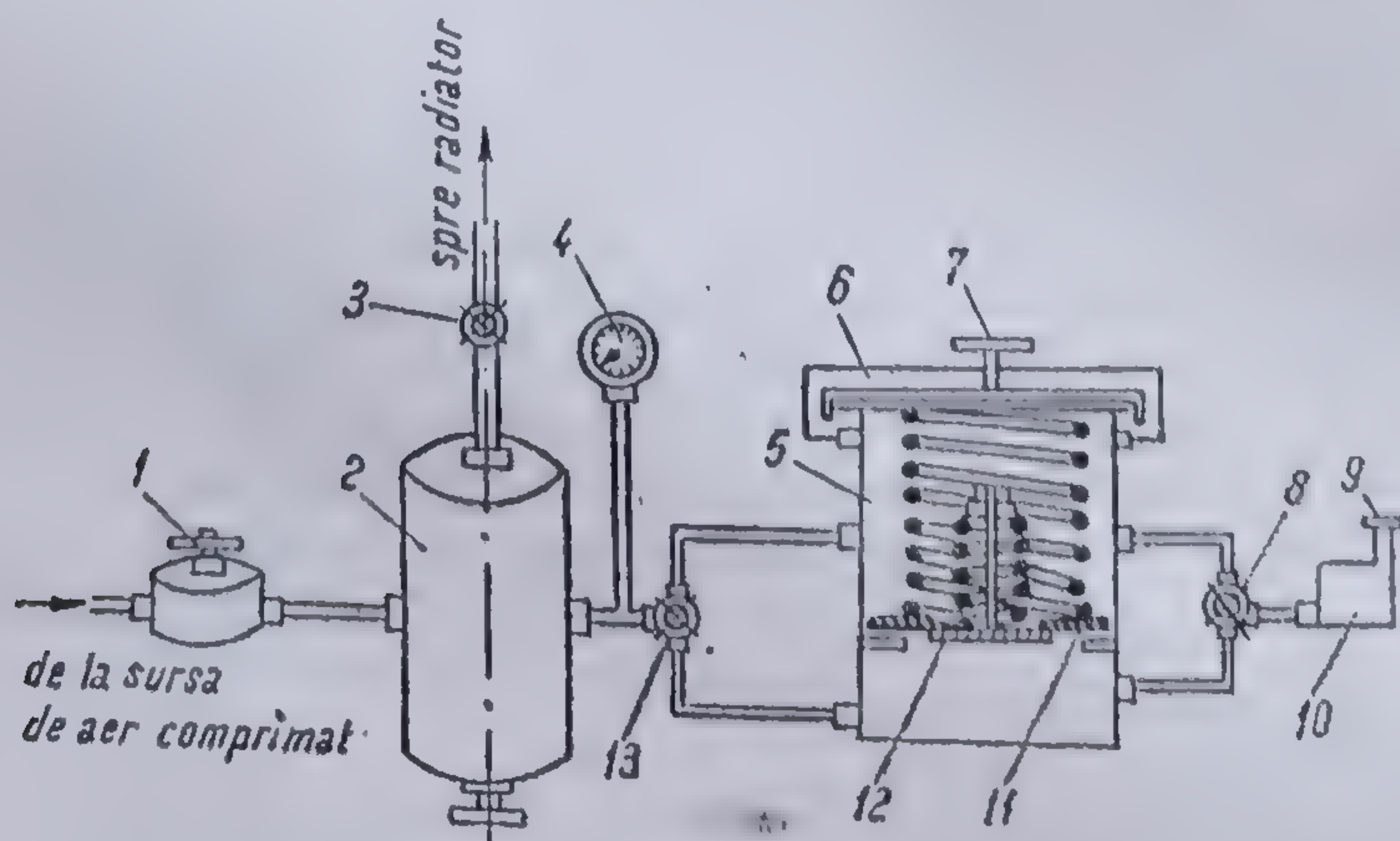


Fig. 4.70. Instalația pentru verificarea bușonului radiatorului.

care se determină prin intermediul ridicării flotorului indicatorului, se fixează mărimea presiunii pe manometru.

Pentru verificarea supapei de aer 12, indicatorul se leagă cu partea inferioară a vasului 5, iar aerul comprimat se admite în partea superioară a acestuia prin robinetul 13.

Etanșeitățile instalației de răcire se verifică pe motorul care nu funcționează. În locul bușonului radiatorului se instalează cupla aparatului, care se unește cu robinetul 3. Cu robinetele 3 și 13 închise, prin reductorul 1, se creează o presiune de 0,6—0,7 daN/cm², iar apoi se deschide robinetul 3. Căderea de presiune nu trebuie să fie mai mare de 0,1 daN/cm² în timp de 10 s pentru o ermeticitate acceptabilă a instalației de răcire.

În același timp cu verificarea ermeticității instalației de răcire, acest aparat poate să stabilească starea chiulasei și garniturii ei. Această operație se realizează cu motorul în funcțiune. Se fixează o turație minimă stabilită la motor și se observă indicațiile manometrului. Oscilațiile acului indicator, indică pătrunderea gazelor din cilindrii motorului în instalația de răcire, cauza putând fi arderea garniturii de chiulasă sau existența unor fisuri în chiulasă.

Dintre operațiile de întreținere tehnică cele mai importante sînt: verificarea și reglarea întinderii curelei ventilatorului, îndepărtarea crustei de piatră din instalația de răcire și alimentarea cu apă dedurizată.

Îndepărtarea crustei de piatră de pe piesele motorului se realizează prin spălare în cadrul reviziilor tehnice sezoniere, în special la cea de primăvară, deoarece depunerile calcaroase devin mai intense prin golirea zilnică a apei iarna.

Pentru îndepărtarea pietrei se pot folosi soluțiile bazice sau acide indicate în tabelul 4.12, dar în prealabil trebuie scurs lichidul de răcire din instalație, demontat termostatul și spălat întregul sistem cu apă curată. Spălarea se execută prin funcționarea motorului, deci prin circulația apei prin instalație. Urmează eliminarea apei din sistem și apoi trecerea unui curent de apă prin instalația de răcire timp de 5—10 min.

Tabelul 4.12

Soluții folosite pentru îndepărtarea crustei de piatră

Cantitatea din componentul:			Temperatura max. care se poate încălzi soluția în motor [°C]	Timp de menținere în instalația de răcire a soluției	Observații
substanță reactivă	apă [l]	substanță pentru reducerea corodării metalului			
Carbonatul de sodiu (NaCO ₃), 1 kg	10	Petrol 0,5 l	80	10—12 h	—
Sodă caustică (NaOH) 0,75—0,80 kg	10	Petrol 0,15 l	80	10—12 h	Nu se folosește pentru sisteme bachelizate
Acid clorhidric (HCl), 50 g	10	Motorina, 50 g (furfurol, formalină)	25...30	15—30 min	Se folosește numai pentru piesele din aliaj Al

După aceste operații se introduce soluția pentru îndepărtarea pietrei. La soluția bazică, după o funcționare de circa 5 min a motorului de la introducere, se lasă soluția în instalație 10—12 h.

La soluția acidă se asigură o circulație permanentă a lichidului în instalația de răcire, prin funcționarea motorului la o turație mică. Se urmărește ca temperatura soluției de spălat să nu depășească 25...30°C în tot acest interval de timp. Dacă în timpul îndepărtării pietrei temperatura soluției depășește valoarea maximă admisă, motorul se oprește și se pornește din nou, numai când temperatura lichidului a coborât sub 15°C.

După timpul stabilit, pentru menținerea soluției de spălat în instalația de răcire, aceasta se scurge, iar apoi urmează din nou spălarea sistemului cu apă curată în scopul evitării corodării metalelor din care sînt confecționate piesele componente ale instalației și eliminării eventualelor depuneri care iau naștere prin dizolvarea pietrei. Spălarea se execută prin introducerea apei curate în instalație, de mai multe ori, și prin menținerea motorului în acest timp în funcțiune. Durata de spălare, pentru o etapă de umplere cu apă curată, este de circa 5 min.

Grosimea stratului de crustă nu este uniformă, și deci, nu se poate stabili precis momentul dizolvării complete a acesteia. De aceea, pentru a evita corodarea pereților metalici ai sistemului de răcire, cele mai indicate sînt soluțiile bazice. Avînd în vedere, dificultățile procedeeleor de îndepărtare a crustei de piatră, rezultă că este mai rațional să se prevină formarea ei în instalația de răcire.

În acest scop, se utilizează apa distilată sau, dacă nu este posibil, apă moale, eventual dedurizată, pentru care se vor folosi diferite metode pentru reducerea durtății apei (tab. 4.13).

Toate aceste procedee se aplică în afara instalației de răcire mai puțin cele cu bicromat de potasiu sau de sodiu. Acest procedeu constă în faptul că, în instalația de răcire cu apă, se adaugă cantitățile necesare de bicromat de potasiu (respectiv bicromat de sodiu), care intrînd în reacție cu sărurile care formează depuneri le transformă în săruri solubile care nu formează depuneri. În afară de acestea, bicromatul de potasiu mai are și rolul de a contribui la protejarea pieselor metalice împotriva coroziunii.

Cel mai eficace procedeu de dedurizare a apei este prin schimb de cationi, care se bazează pe schimbarea cationilor de calciu și magneziu cu cationi de natriu dînd soluții solubile în apă și stabile.

Principalele operații de întreținere tehnică la instalațiile de răcire ale motoarelor pentru automobilele fabricate în țara noastră sînt prezen-

Tablul 4.13

Metode pentru reducerea durtății apei

Metoda	Recomandări
Fierberea apei	Se menține în stare de fierbere circa 30 min.
Bicromat de potasiu ($K_2Cr_2O_7$)	Se adaugă la 10 l, apă, 30—60 g de substanță
Bicromat de sodiu ($Na_2Cr_2O_7$)	Se adaugă la 10 l, apă, 30—60 g de substanță
Sodă caustică (NaOH)	Se adaugă la 10 l apă, 50—60 g de substanță
Prin schimb de cationi	Trecerea apei printr-un filtru din glauconit sau permutat

tate în tabelul 4.14, fiind indicată și periodicitatea lor de execuție și condițiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească.

Întreținerea tehnică a instalației de ungere a motoarelor. Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare. Instalația de ungere a motoarelor de autovehicule are rolul de a asigura alimentarea pieselor în frecare, cu uleiul necesar ungerii, în raport cu condițiile specifice în care lucrează piesele componente ale motorului. Legat cu gradul de solicitare, pentru ungerea motoarelor de automobile se folosește procedeul mixt, care îmbină avantajele ungerii sub presiune cu ungerea prin barbotare.

Pe timpul exploatării, în instalația de ungere a motoarelor de autovehicule au loc o serie de procese, dintre care cele mai importante sunt următoarele:

- impurificarea uleiului și formarea de depuneri în motor;
- îmbicsirea filtrelor de ulei;
- creșterea consumului de ulei prin ardere;
- micșorarea presiunii de ulei în rampa centrală de ungere;
- creșterea temperaturii uleiului peste limita admisibilă.

După un anumit timp de serviciu în motor, uleiul se contaminează cu produse străine ungerii, care îl fac să nu mai corespundă scopului pentru care este folosit. Degradarea uleiurilor nu se datorește atât oxidării la temperaturi ridicate, cât mai ales impurificării lor în timpul funcționării motorului în condiții nefavorabile de ardere și la temperaturi scăzute. Cea mai mare parte a *produselor de impurificare* a uleiului provin din camera de ardere a motorului, fie din arderea incompletă a combustibilului și a uleiului, fie din aerul de admisie insuficient filtrat. O altă sursă de impurificare a uleiului o constituie praful metalic rezultat din uzura pieselor motorului la care, în cazul folosirii benzinelor etilice se mai adaugă oxizii de plumb. În uleiul din carter ajung și unele produse lichide de impurificare, cum sunt combustibilul și apa.

În afară de aceste impurități din exterior, în uleiul din motor se formează sub acțiunea temperaturii și a anumitor produse de ardere rezultate în timpul funcționării, substanțe organice complexe printre care acizi și substanțe rășinoase și asfaltoase, insolubile în ulei.

Din analiza uleiurilor, uzate în motoare, s-a stabilit că 5—10% greutate din produsele de impurificare sunt impurități mecanice cum ar fi praf, pilituri metalice etc. și 90—95% greutate produse organice rezultate din arderea (oxidarea) combustibilului și uleiului.

Cantitatea și natura produselor de impurificare a uleiului sunt influențate de starea tehnică a motorului, de caracteristicile lor constructive, de regimul de exploatare și de întreținere, de caracteristicile combustibilului și a arderii, de proprietățile de exploatare ale uleiurilor.

În tabelul 4.15 se indică impurificarea uleiului cu diverse produse, la un motor Fiat 600 nou, respectiv uzat, la ultimul crescând debitul gazelor scapate în carter de la 2,5 l/min până la 50 l/min, deci de 20 de ori din cauza uzurii.

Rezultatele obținute corespund situației existente în exploatare, când în motoarele uzate se formează depuneri foarte mari. De aceea, la motoarele ajunse în stare înaintată de uzură este indicat să se folosească uleiuri cu calități dispersante mai bune pentru a se preveni formarea depunerilor, iar perioada de înlocuire a uleiurilor să fie redusă corespunzător gradului de uzură.

Tabelul 4.14

Operațiile privind întreținerea tehnică a instalației de răcire a motoarelor de automobile

Felul lucrării	Operația care se execută	Periodicitatea [km echivalenți]			Condiții tehnice	
		Dacia 1300	D797-05 SAVIEM	D2156 HMN ROMAN	Dacia 1300	D797-05 SAVIEM
Verificare, reglare	Verificarea întinderii curelei ventilatorului	2 500	5 000	5 000	Săgeată 6-7 mm	Săgeată maximă să fie egală cu grosimea curelei
	Reglarea curelei ventilatorului	10 000	10 000	10 000		
	Verificarea jocului axului pompei și ventilatorului	10 000	10 000	10 000	Să nu existe joc	
	Verificarea etanșeității instalației de răcire	zilnic	zilnic	zilnic	Să nu existe scurgeri de lichid	
	Verificarea nivelului lichidului de răcire în rezervorul de compensare	5 000	idem	idem	Nivelul lichidului trebuie să fie în dreptul reperului; se completează cu apă distilată	
Înlocuire, spălare-curățire	Înlocuirea lichidului de răcire	30 000	anual	anual	B-LIFORM 69	Antigel corespunzător anotimpului
	Înlocuirea termostatlui	—	60 000	60 000	Se deschide la 80°C Cursa max. la 95°C	Se deschide la 78°C Cursa max. la 91°C Se deschide la 71°C Cursa max. la 85°C
	Spălarea cu jet de apă a radiatorului	20 000	10 000	10 000	Îndepărtarea murdăriei la elementele de răcire	
Ungere	Ungerea articulațiilor jaluzelelor radiatorului	—	5 000	5 000	—	Ulei de motor
	Ungerea pompei de apă	5 000	5 000	5 000	Unsoare consistentă Rul 165 Na4	

Tabelul 4.15

Influența stării tehnice a motorului asupra impurificării uleiului

Caracteristici	Valori determinate la uleiul uzat după 144 h de funcționare în:	
	motor nou	motor uzat
Viscozitate la 50°C, cS/°E	60/7,92	50/ 7,82
Viscozitate* la 37,8°C, cS/°E	103/13,60	124/16,4
Creșterea viscozității la 37,8°C, %	5,1	26,5
Insolubile în benzină normală, %	0,1	0,28
Insolubile în benzen, %	0,08	0,21
Punct de inflamabilitate, °C	235	184
Conținut de combustibil, %	0,4	3,2
Depuneri în filtrul centrifug, g	19	135

* S-a determinat după ce s-a îndepărtat în prealabil combustibilul și apa

Se știe că uleiurile se impurifică diferit, în timpul funcționării, după tipul motorului, în funcție de particularitățile lor constructive și de exploatare. În figura 4.71 este reprezentată cantitatea de impurități existente în ulei, în procente, în funcție de parcursul automobilului pentru diferite tipuri de motoare. Se confirmă creșterea gradului de impurificare a uleiului pe măsura ridicării solicitărilor termice și mecanice în motor, adică datorită creșterii sarcinii în filmul de ulei existent între piesele conjugate.

Impurificarea uleiului este influențată și de condițiile de exploatare a automobilului. Astfel, după cum rezultă din figura 4.72, în cazul în care nu se curăță o dată cu schimbarea uleiului și filtrul centrifugal, impurificarea uleiului începe să crească cu o intensitate foarte mare de la jumătatea perioadei fixată pentru schimbarea uleiului.

Deficiențele provocate de formarea depunerilor se datoresc mai ales impurificării cu produse din camera de ardere, care se produce de obicei la funcționarea motorului cu opriri și porniri frecvente (la temperaturi scăzute) în condiții de subsarcină.

Condițiile specifice de funcționare ale autobuzelor, în oraș, caracterizate prin porniri și opriri frecvente, sarcină de transport mai mare într-un sens decât în celălalt, staționări la capătul traseului, creează condiții nefavorabile de funcționare pentru motoare, care au condus la degradarea mai intensă a uleiului.

O influență însemnată asupra degradării uleiului are regimul termic al motorului care asigură o cantitate minimă de depuneri a produselor de impurificare și de oxidare la temperatura de 80°C a apei de răcire (fig. 4.73).

Majoritatea defecțiunilor motoarelor de automobile atribuite sistemului de ungere și uleiului se datoresc depunerilor. Formarea acestora în motor reprezintă o problemă care persistă pe întreaga durată de ex-

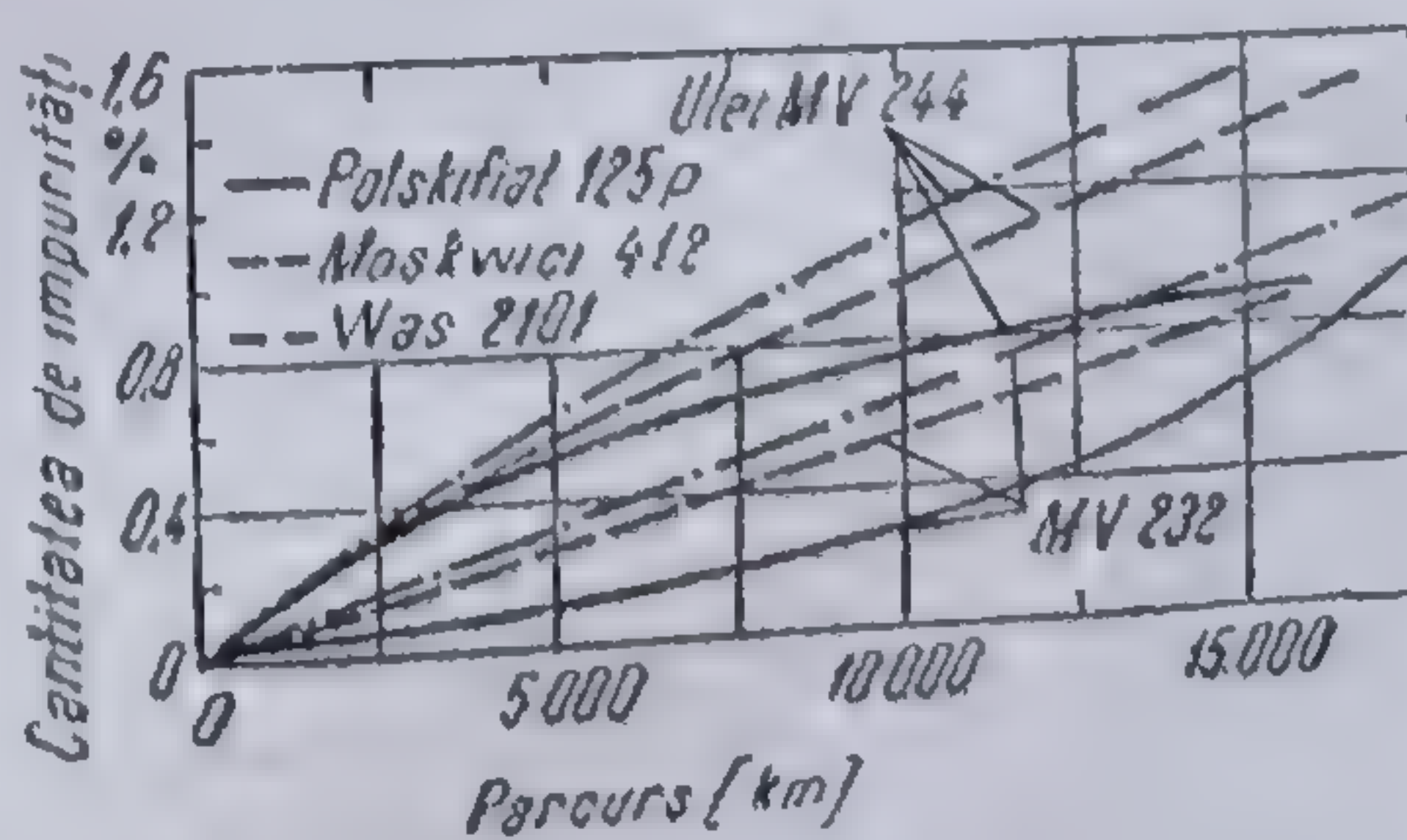


Fig. 4.71. Variația cantității de impurități în ulei, în funcție de parcurs, pentru două sortimente de ulei.

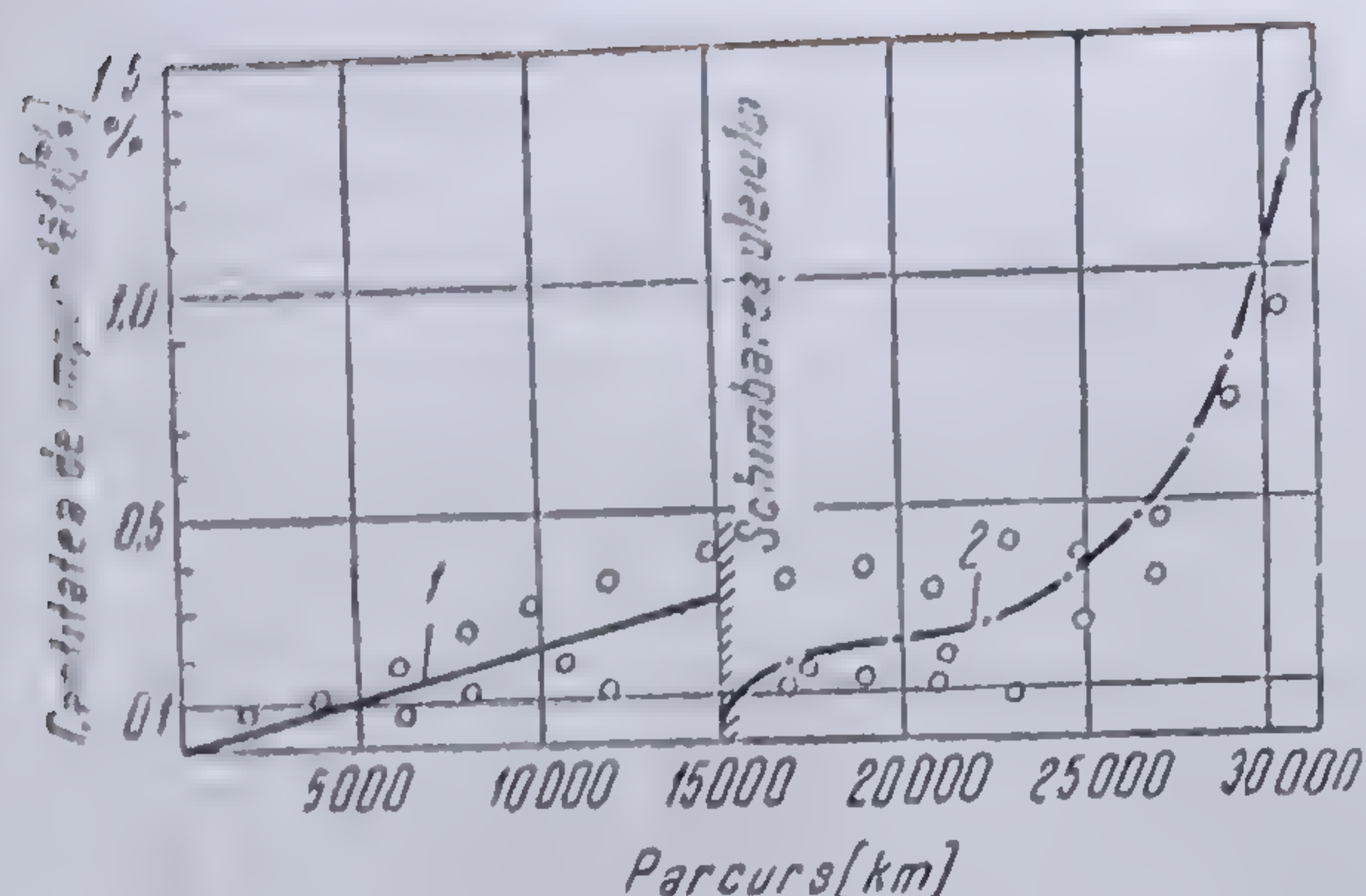


Fig. 4.72. Variația cantității de impurități în ulei în funcție de parcurs :

1 — se curăță filtrul centrifugal la data schimbării uleiului;
2 — nu se curăță filtrul centrifugal la data schimbării uleiului.

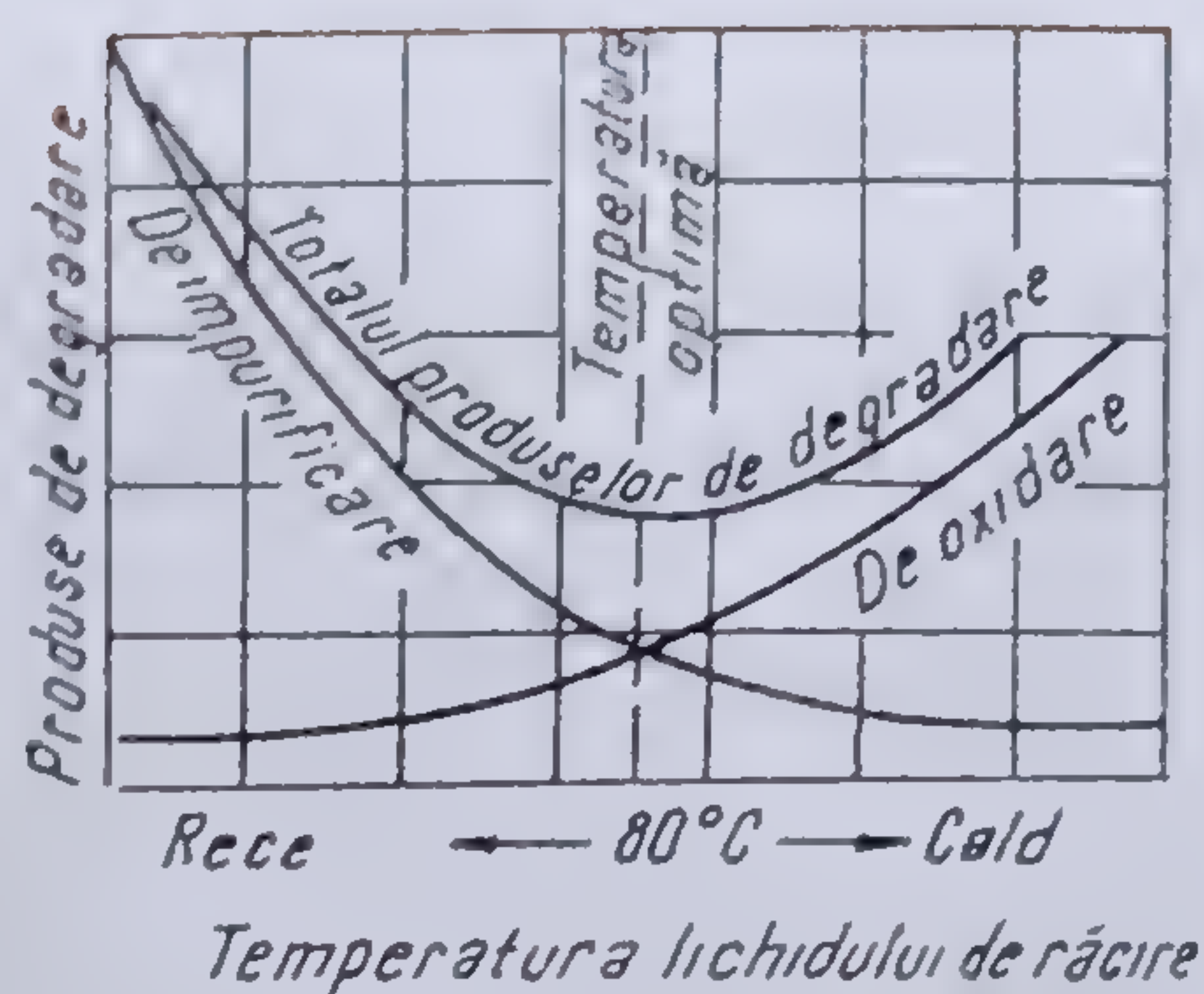


Fig. 4.73. Influența regimului termic al motorului asupra degradării uleiului.

ploatare a motorului, începînd cu ieșirea din întreprinderea producătoare și pînă la casarea lui.

Depunerile care se întîlnesc în motoare pot fi grupate după temperatura pieselor pe care se formează și după aspectul lor fizic:

- depuneri de calamină formate la temperaturi înalte pe capul pistonului, supape, pereții camerei de ardere, bujii;
- depuneri de lac și cărbune, formate la temperaturi medii pe mantaua pistonului;
- depuneri de mîl, formate la temperaturi relativ joase.

În capitolele precedente s-a analizat mecanismul formării calaminei și a lacului, la originea acestora stau produsele de impurificare a uleiului provenite din camera de ardere, din aerul atmosferic sau din produsele uzurii pieselor motorului. Ponderea cu care acești factori, în special primii doi, intervin în formarea depunerilor, este diferită după tipul motorului, întreținerea și exploatarea lor.

În ceea ce privește *depunerile de mîl*, aceasta se formează pe suprafețele mai reci ale pieselor metalice spălate de ulei, ca urmare a impurificării acestuia cu produse din camera de ardere și condensării acestora. Dacă temperatura lichidului de răcire este scăzută, iar ventilația carterului insuficient de eficace, vaporii de apă și de combustibil, ca și produsele acide gazoase, scăpate din camera de ardere nu pot fi eliminate și după condensare pătrund în ulei. În aceste condiții, produsele de impurificare din camera de ardere, ajunse în carter, se acumulează treptat în ulei, și în final, încep să se separe sub formă de mîl.

Mîlul se acumulează de regulă pe pereții mai reci ai motorului așa cum este capacul culbutoarelor și al pinioanelor de distribuție, pe pereții carterului, în elementele filtrului de ulei, în cavitatea manetoanelor arborelui cotit, pe sorbul pompei de ulei, în ferestrele sau orificiile segmentilor de ungere, în orificiile de înapoiere a uleiului din pistoane etc.

Mîlul este un amestec format din cărbune, reziduri ale arderii, ulei parțial oxidat, apă, materiale de uzură etc. Analiza mîlului format în carterul unui motor SR-211 folosit în condiții de funcționare în oraș, adică cu porniri și opriri frecvente, a indicat următoarea compoziție: ulei 83,1%; apă 6,2%; benzină 4,7%; cărbune 1,6%; materiale de oxidare 0,8%; fier, plumb, cupru, aluminiu, siliciu 3,6%.

Consistența mîlului poate fi semilichidă, granulată sau păstoasă, în funcție de cantitatea de apă pe care o conține.

Pentru prevenirea și diminuarea influenței dăunătoare a produselor de impurificare a uleiurilor asupra funcționării motoarelor, se includ în sistemele de ungere, cu circuit sub presiune, dispozitive de curățire continuă a uleiului denumite *filtre*. Filtrele obișnuite îndepărtează din ulei impuritățile insolubile de o anumită dimensiune. Produsele de impurificare solubile în ulei cu acțiune acidă, pot fi reținute în filtre speciale prin absorbție sau sînt neutralizate prin aditivarea corespunzătoare a uleiului.

Pe măsura îmbîcsirii elementului de filtrare crește finețea filtrării, dar aceasta mărește rezistența hidraulică a filtrului care poate conduce la deschiderea supapei de siguranță și în motor va trece ulei nefiltrat.

Datorită proceselor de funcționare din motor o cantitate destul de importantă din ulei se consumă prin ardere, din care cantitatea cea mai mare se evacuează cu gazele de ardere, iar o parte foarte mică formează depuneri pe piesele motorului. Căile de pătrundere ale uleiului în camera de ardere sînt jocurile care se creează între *cilindru-piston* și *supapă-ghid*. La fiecare dintre perechile de piese menționate consumul de ulei prin ardere este favorizat de următoarele fenomene:

la grupul cilindru-piston:

- fenomenul de pompaj al segmentilor;
- depășirea condițiilor hidrodinamice optime la segmenti;
- influența gazelor fierbinți asupra filmului de ulei de pe peretele cilindrului;
- influența cantității de combustibil nears asupra uleiului în zona segmentilor;

la grupul supapă-ghid:

- fenomenul de pompaj la tija supapei;
- influența depresiunii în poarta supapei.

Variația consumului de ulei prin ardere, în funcție de viscozitatea acestuia, este reprezentată în figura 4.74 pentru un motor diesel a, și un motor cu aprindere prin scînteie b. Se observă că pentru motorul diesel o dată cu creșterea viscozității crește și consumul total de ulei, pe cînd în cazul motorului cu aprindere prin scînteie acest consum rămîne invariabil cu variația fluidității uleiului. De menționat că valorile viscozității cinematice de pe diagramă corespund pentru uleiul proaspăt la 100°C.

Această comportare contradictorie în privința consumului de ulei se poate explica tocmai prin factorii care favorizează variația lui (fig. 4.75):

— consumul de ulei prin sistemul cilindru-piston este determinat în zona segmentilor de viscozitatea acestuia în corelație cu temperatura existentă în acel loc, în timp ce cantitatea de ulei care se găsește pe perețele cilindrului este puternic influențată de fluiditatea lui inițială; adică pe măsura creșterii viscozității crește și grosimea filmului de ulei pe pereții cilindrului, deci în final și consumul;

— consumul de ulei la ghidul de supapă este determinat exclusiv prin viscozitatea efectivă a filmului de ulei, adică de temperatura acestui strat în zona respectivă.

Variația consumului de ulei prin ardere în funcție de parcurs și de periodicitatea schimbării uleiului din carter este reprezentată în figura 4.76, pentru motoare noi a, și pentru motoare reparate b, de unde rezultă că acest consum crește o dată cu parcursul și cu mărimea perio-

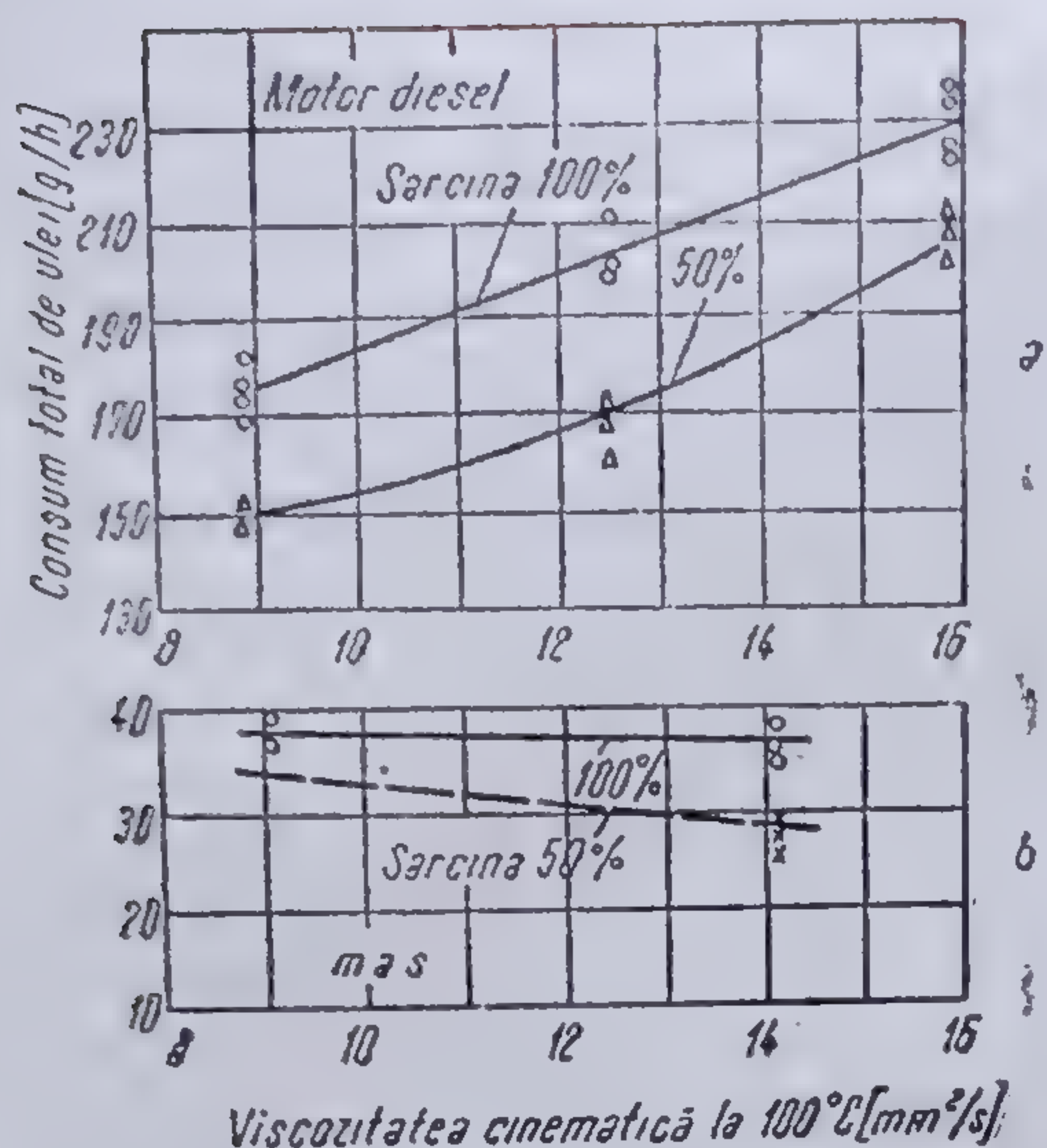


Fig. 4.74. Variația consumului de ulei prin ardere în funcție de viscozitatea cinematică a acestuia :

a — pentru m.a.c. ; b — pentru m.a.s.

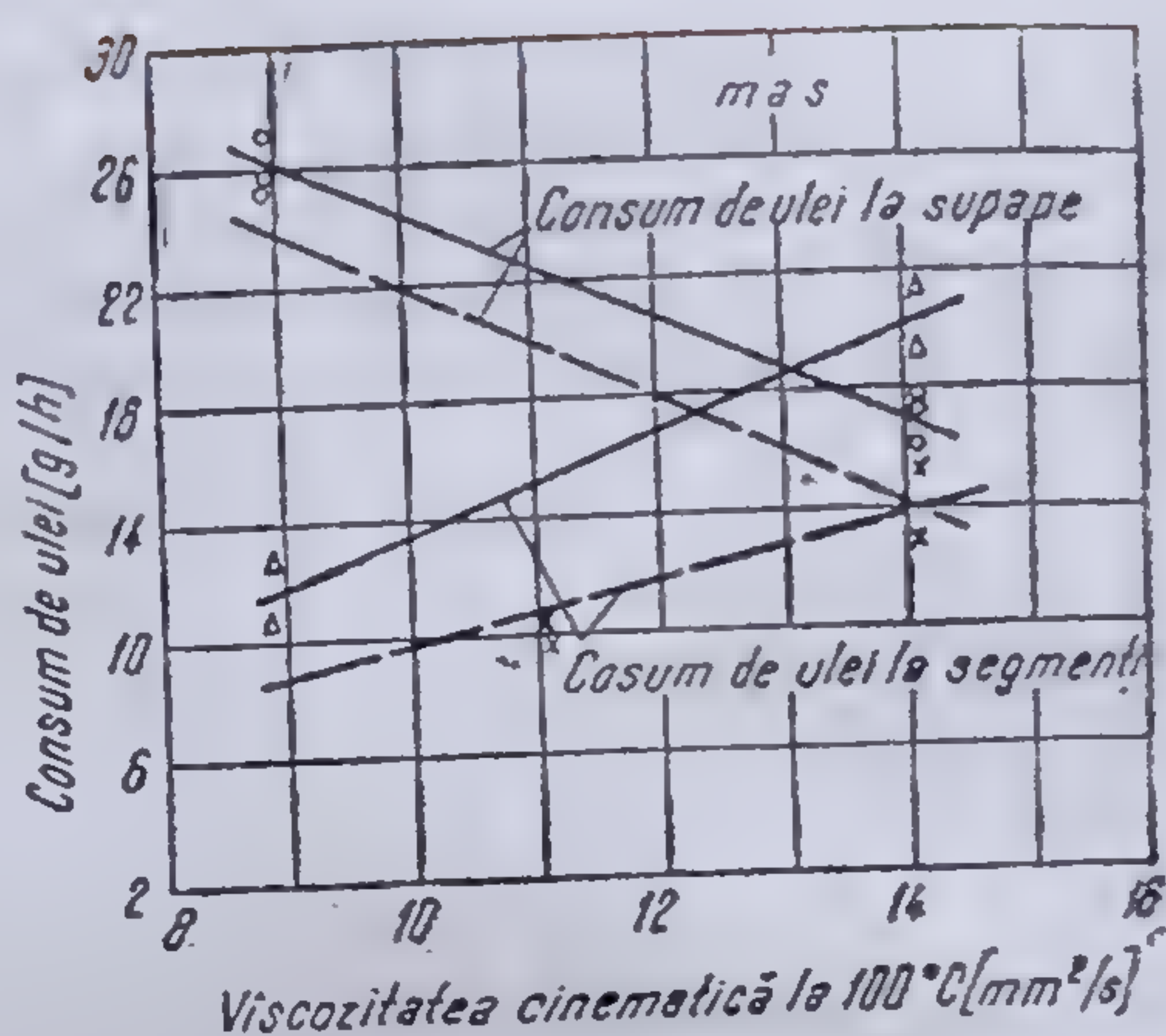


Fig. 4.75. Variația consumului de ulei prin ardere datorită jocurilor la supape, respectiv între cilindri și segmente în funcție de viscozitatea cinematică a uleiului.

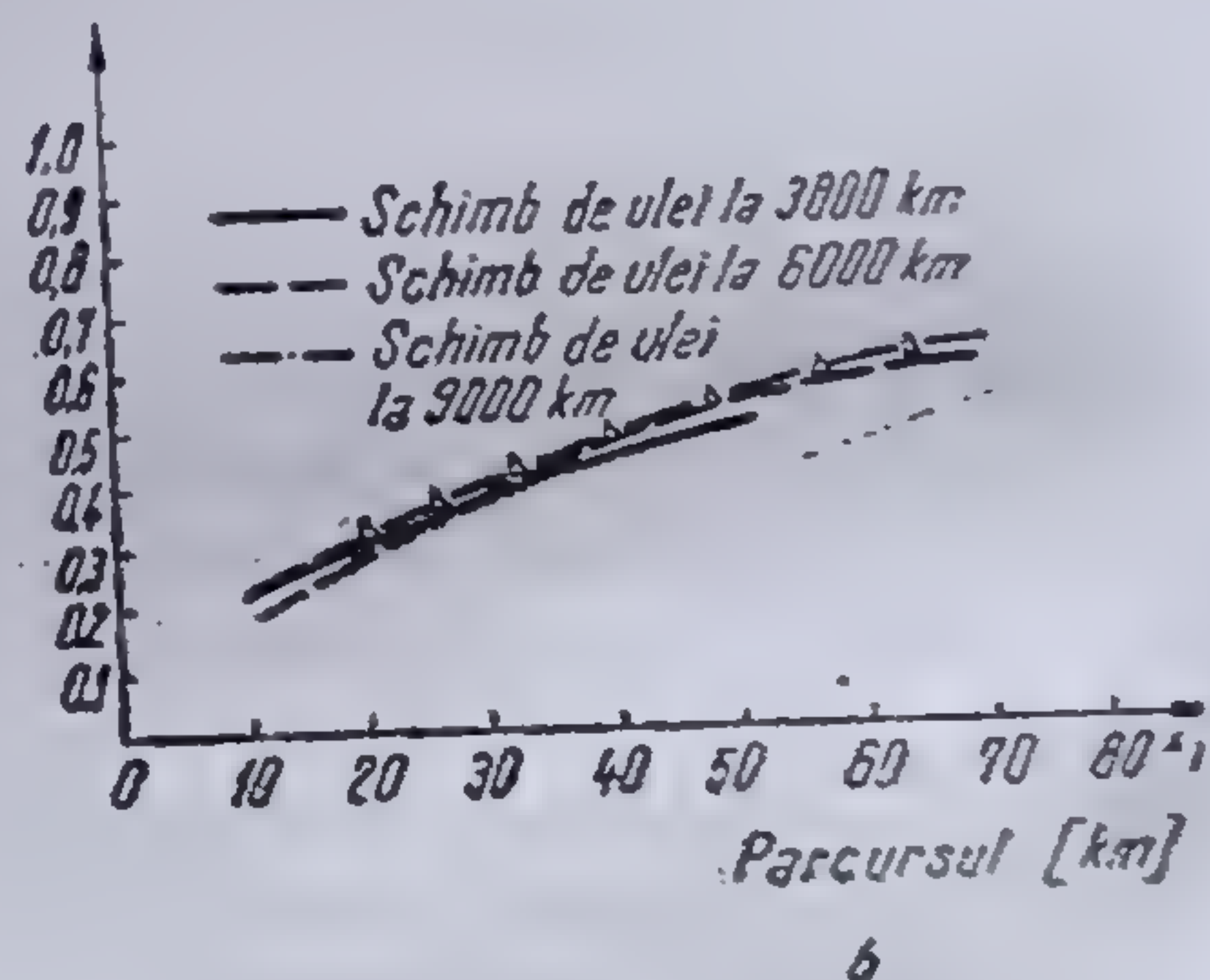
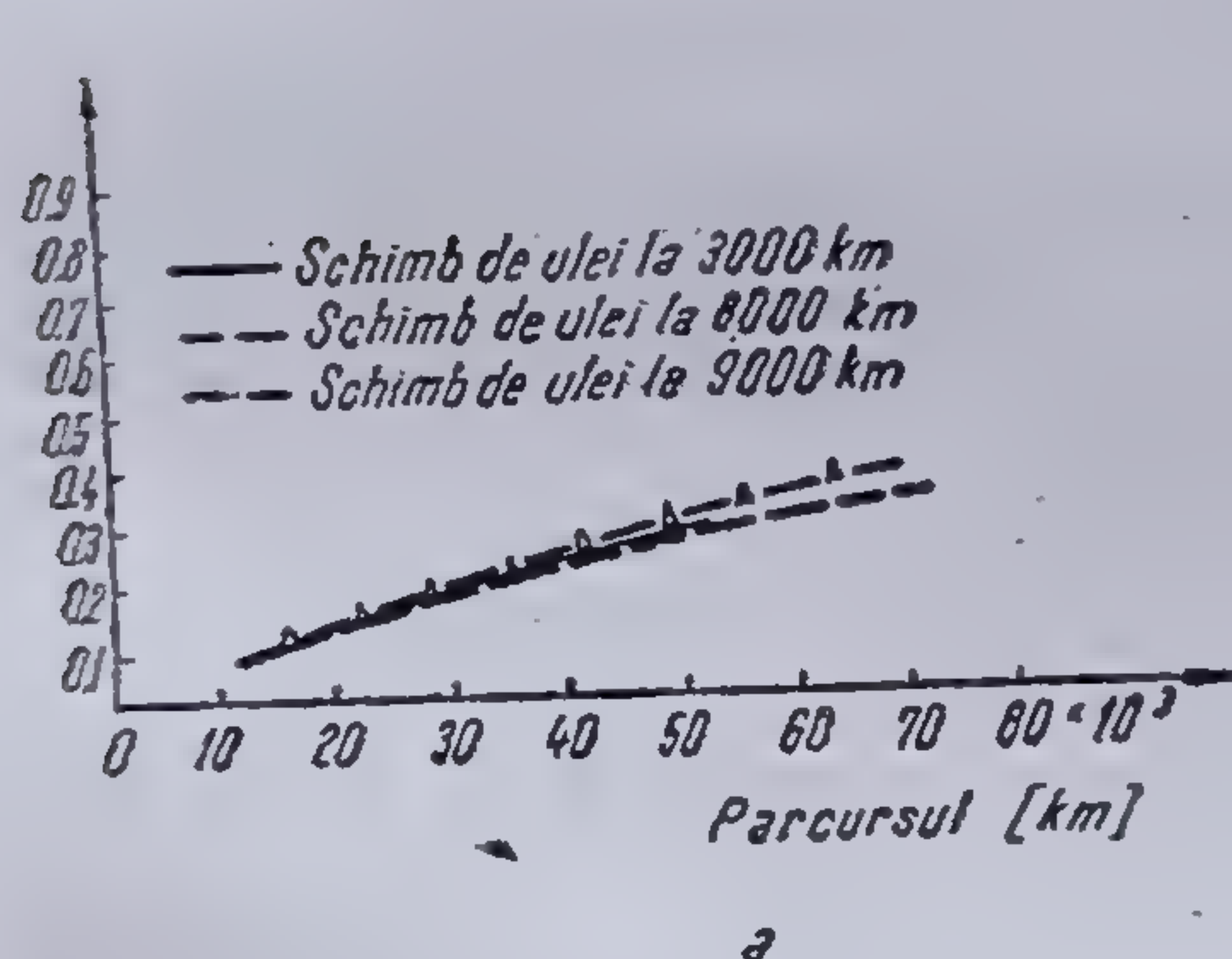


Fig. 4.76. Variația consumului de ulei prin ardere în funcție de parcurs și de periodicitatea schimbării uleiului din carter :

a — în cazul motoarelor noi ; b — în cazul motoarelor reparate general.

dicității schimbării uleiului. De asemenea, motoarele reparate au un consum mai mare de ulei decât cele noi. Toate aceste legități pot fi explicate prin cele relatate mai înainte în legătură cu schimbarea jocurilor, pe măsura creșterii parcursului, la cele două grupe de piese și prin schimbările intervenite în calitatea uleiului odată cu timpul de utilizare.

Asupra consumului de ulei mai poate influența și tipul automobilului pe care se montează motorul și felul spălării carterului motoarelor. În primul caz intervine gradul de solicitare diferențiat al motoarelor în funcție de tipul autovehiculelor, iar în al doilea caz modalitatea de îndepărtare a depunerilor și în special al mîlului de pe piesele motorului înainte de a introduce uleiul proaspăt. Utilizarea unui agent de spălare mai puțin eficace, sau nespălarea carterului, va degrada într-un timp

Tabelul 4.16

Influența periodicității schimbării uleiului și a modului de spălare
a carterului asupra uzurii motorului

Periodicitatea schimbării uleiului [km]	Spălarea carterului motorului cu:	Uzura motorului, în %, față de condițiile H.C.M. 1100/68
3 000	ulei SR-211	13,2
	ulei gr. 100	64,0
	fără spălare	85,0
6 000	ulei SR-211	24,4
	ulei gr. 100	100,0
	fără spălare	108,0
9 000	ulei SR-211	47,5
	ulei gr. 100	105,5
	fără spălare	116,0

foarte scurt calitatea uleiului care, implicit, va produce creșterea uzurii motorului și deci și al consumului de ulei.

Pentru a ilustra în ce mod influențează periodicitatea schimbării uleiului și a tipului de spălare a carterului asupra uzurii motorului, în tabelul 4.16 sînt indicate valorile relative ale uzurii determinate pentru motorul SR-211 în comparație cu condițiile stabilite prin HCM 1100/68 luate la nivelul de uzură de 100%. Jocurile specifice și cele medii între piesele care prezintă uzuri mari sînt influențate de periodicitatea schimbării de ulei și spălarea carterului motorului. Totodată s-a constatat că uzura motorului crește și în funcție de creșterea parcursului la care se schimbă elementul filtrant (uzura scade la cel care se schimbă elementul filtrant mai des cu 35—65%). Uzura s-a calculat în toate cazurile pentru un lot de motoare care au realizat un parcurs mediu de 77 000 km.

Valoarea presiunii uleiului în rampa principală de ungere este determinată de mărimea jocurilor în lagărele arborelui cotit și ale arborelui cu came, precum și de uzura pompei de ulei pentru o valoare constantă a temperaturii uleiului și apei și a turației motorului. În acest fel orice schimbare ce intervine în mărimea acestor factori va produce și variația presiunii uleiului. Deci, presiunea uleiului poate să fie și un indicator al gradului de uzură în lagărele motorului și în același timp și un parametru care să intensifice acest proces de deteriorare a îmbinărilor respective.

Este deosebit de util de a vedea, în ce măsură, este influențată această cădere de presiune în rampa principală de ungere de uzura lagărelor motorului, respectiv a pompei de ulei. Cercetările efectuate, în acest sens, au relevat faptul că reducerea globală a presiunii din rampa de ungere în funcție de presiunea inițială are o lege de variație liniară (fig. 4.77), dar ponderea mai mare în scăderea presiunii o are pompa de ulei (tab. 4.17) la care se micșorează randamentul volumetric al pompei pe măsura creșterii jocului frontal (fig. 4.78). Astfel, după cum rezultă din tabelul 4.17 căderea de presiune în rampa de ungere, datorită creșterii jocurilor în lagăre, este în medie de 0,24 daN/cm² pentru 100 h de încercări accelerate (echivalent cu un parcurs mediu de 30—35 000 km al automobilului în exploatare), iar datorită pompei de ulei 1,35 daN/cm².

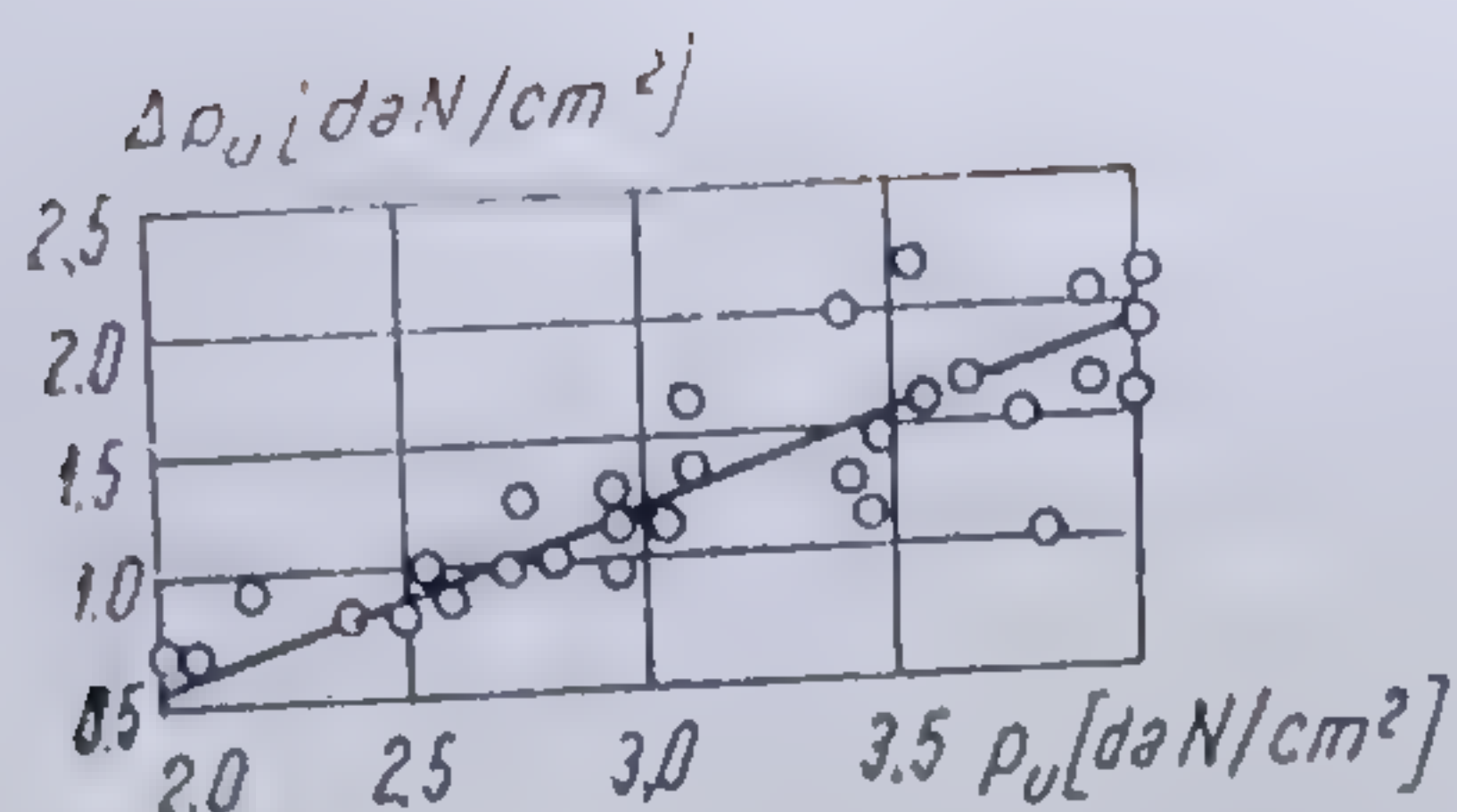


Fig. 4.77. Variația căderii de presiune în rampa principală de ungere în funcție de presiunea inițială.

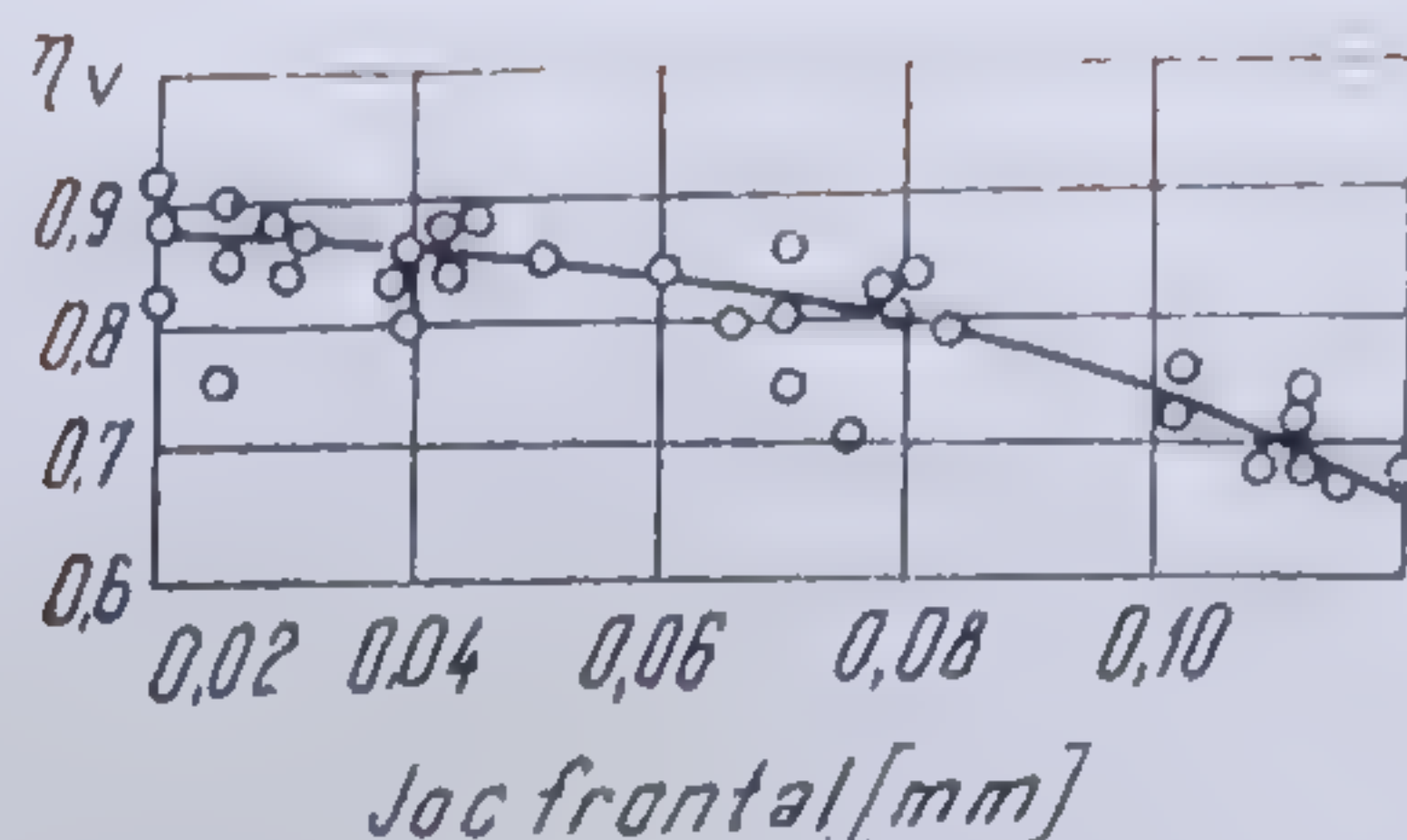


Fig. 4.78. Variația randamentului volumetric al pompei de ulei în funcție de jocul frontal.

Tabelul 4.17

Repartiția căderilor de presiune în rampa principală de ungere

Parametrii	Mărimea variației de presiune [daN/cm²]		
	Diapazonul de dispersie	Valoarea medie	Căderea de presiune unitară daN/cm³ 10 000 km
Căderea totală a presiunii uleiului	0,8 — 2,3	1,56	0,52
Căderea presiunii datorită jocurilor din lagărele motorului	0,08 — 0,46	0,24	0,08
Căderea presiunii datorită pompei de ulei	0,7 — 2,0	1,32	0,44

Scăderea presiunii inițiale, în pompa de ulei, va produce o micșorare a debitului de ulei spre rampa principală care poate deteriora condițiile optime pentru ungerea lagărelor motorului și deci, poate provoca creșterea uzurii la aceste îmbinări. Acest proces poate fi mult intensificat dacă în această situație motorul este prevăzut și cu filtre de ulei.

În același timp, scăderea presiunii în rampa principală prin reducerea debitului de ulei, va influența și temperatura lagărelor (fig. 4.79, a) și al pistonului (fig. 4.79, b), cu atât mai mult cu cât motoarele sînt mai forțate (cu cît P_e/V_e este mai mare) și cu cît se reduce presiunea uleiului.

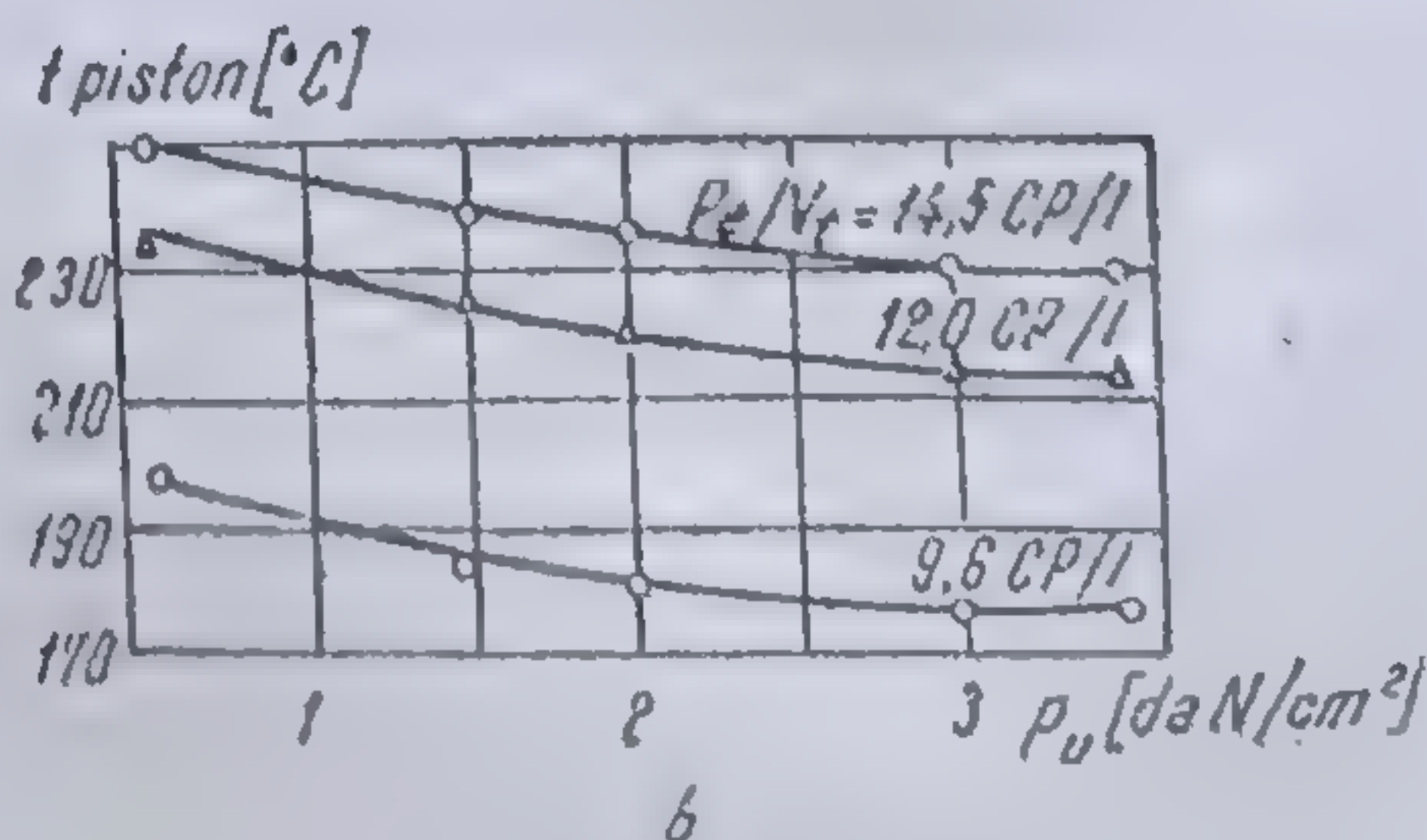
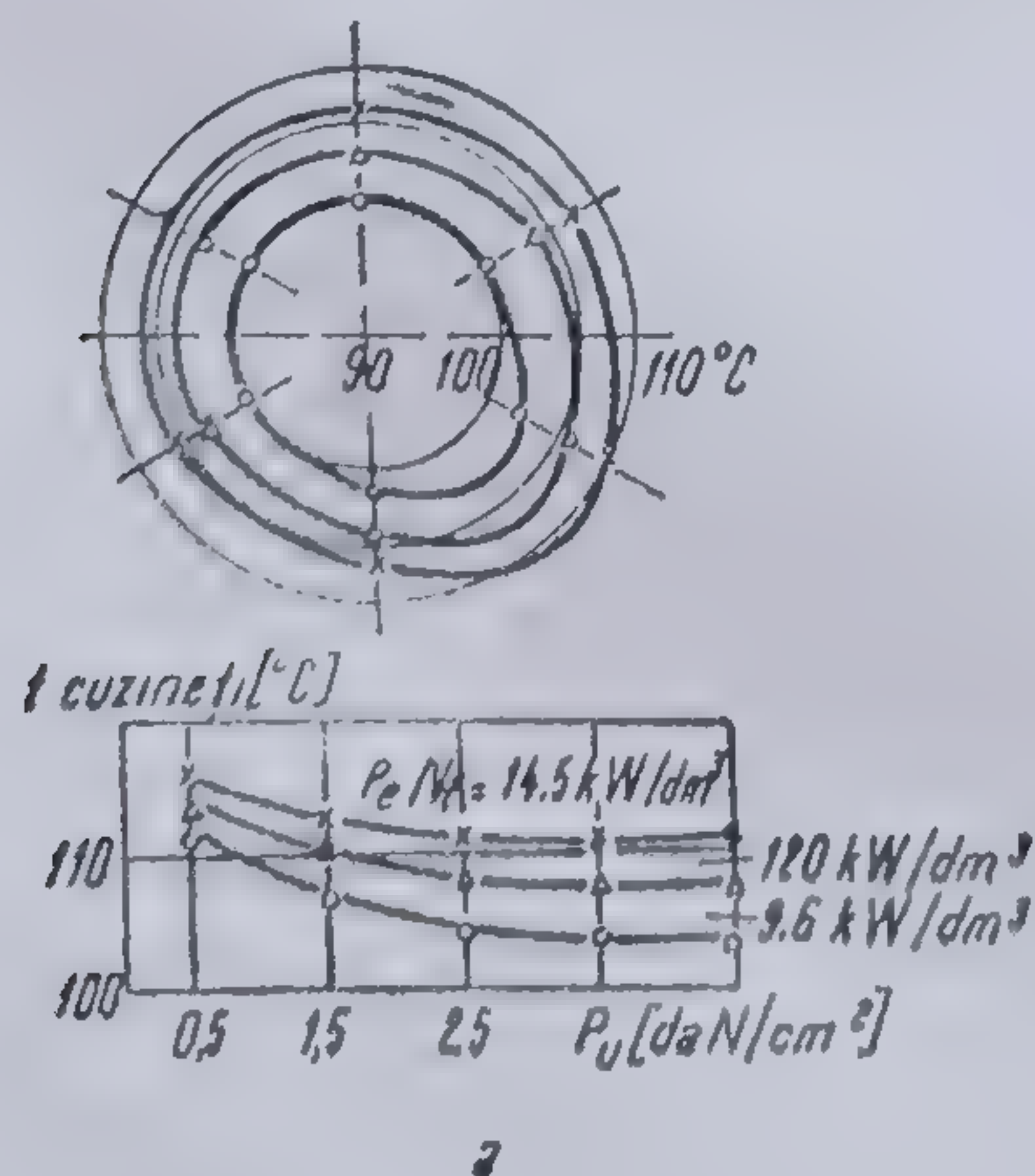


Fig. 4.79. Schimbarea temperaturii pentru diferite sarcini în funcție de presiunea uleiului : a — cuzinetilor din lagărul motorului ; b — capulul pistonului la diferite sarcini în funcție de presiunea uleiului.

Acest fenomen, implicit, va produce și creșterea temperaturii uleiului tinzând să depășească limita admisibilă. În astfel de cazuri este necesar a se lua măsuri de reducere a temperaturii uleiului din instalația de ungere pînă cînd ajunge automobilul în atelier și se pot lua măsurile necesare pentru eliminarea defecțiunii respective. Reducerea temperaturii se realizează micșorînd sarcina și turația motorului.

Pentru a înțelege acest lucru, este suficient să se traseze curbele care reprezintă căldura înmagazinată de către ulei, la diferite regimuri ale motorului (fig. 4.80), precum și dreapta care reprezintă variația cantității de căldură pe care o cedează uleiului.

Dacă se presupune că motorul funcționează cu turația n_1 , la sarcină totală, cantitatea de căldură înmagazinată de ulei este Q_1 , iar cantitatea de căldură cedată de ulei este Q_1' . Deoarece $Q_1 > Q_1'$, rezultă că temperatura uleiului va crește.

Pentru a micșora temperatura uleiului, se reduce turația la n_2 , iar sarcina la 50%, astfel că punctul 2, va caracteriza funcționarea motorului. În punctul 2, cantitatea de căldură înmagazinată este Q_2 , iar cea evacuată este Q_2' . Cum $Q_2 < Q_2'$, rezultă că prin reducerea sarcinii și a turației motorului, temperatura uleiului va scădea.

Diagnosticarea stării tehnice și operații de întreținere. Lucrările de diagnosticare în cazul instalației de ungere se referă în principal la verificarea calității uleiului din motor și a gradului de îmbîcsire a filtrelor de ulei.

Pentru determinarea stadiului de degradare a uleiului în timpul exploatării și pentru stabilirea momentului de înlocuire se folosesc metode relativ operative. Dintre acestea fac parte metoda intersecției curbei de aciditate (CAT) cu curba de alcalinitate (CBT) folosită în cazul uleiurilor alcaline (în special cînd se utilizează combustibil cu sulf), analiza microscopică a uleiului și metoda petei de ulei.

Metoda intersecției CBT și CAT și metoda microscopică se utilizează în special cu scop de cercetare și nu este o metodă care se practică în cadrul atelierelor de întreținere tehnică.

Metoda petei de ulei este operativă și eficace pentru aprecierea momentului de înlocuire a uleiului uzat din carterul motorului. Ea se bazează pe aspectul petei pe care o picătură din uleiul din motor o lasă pe o hîrtie de filtru. După patru ore, picătura depusă difuzează prin porii hîrtiei și formează o pată circulară cu patru zone concentrice (fig. 4.81).

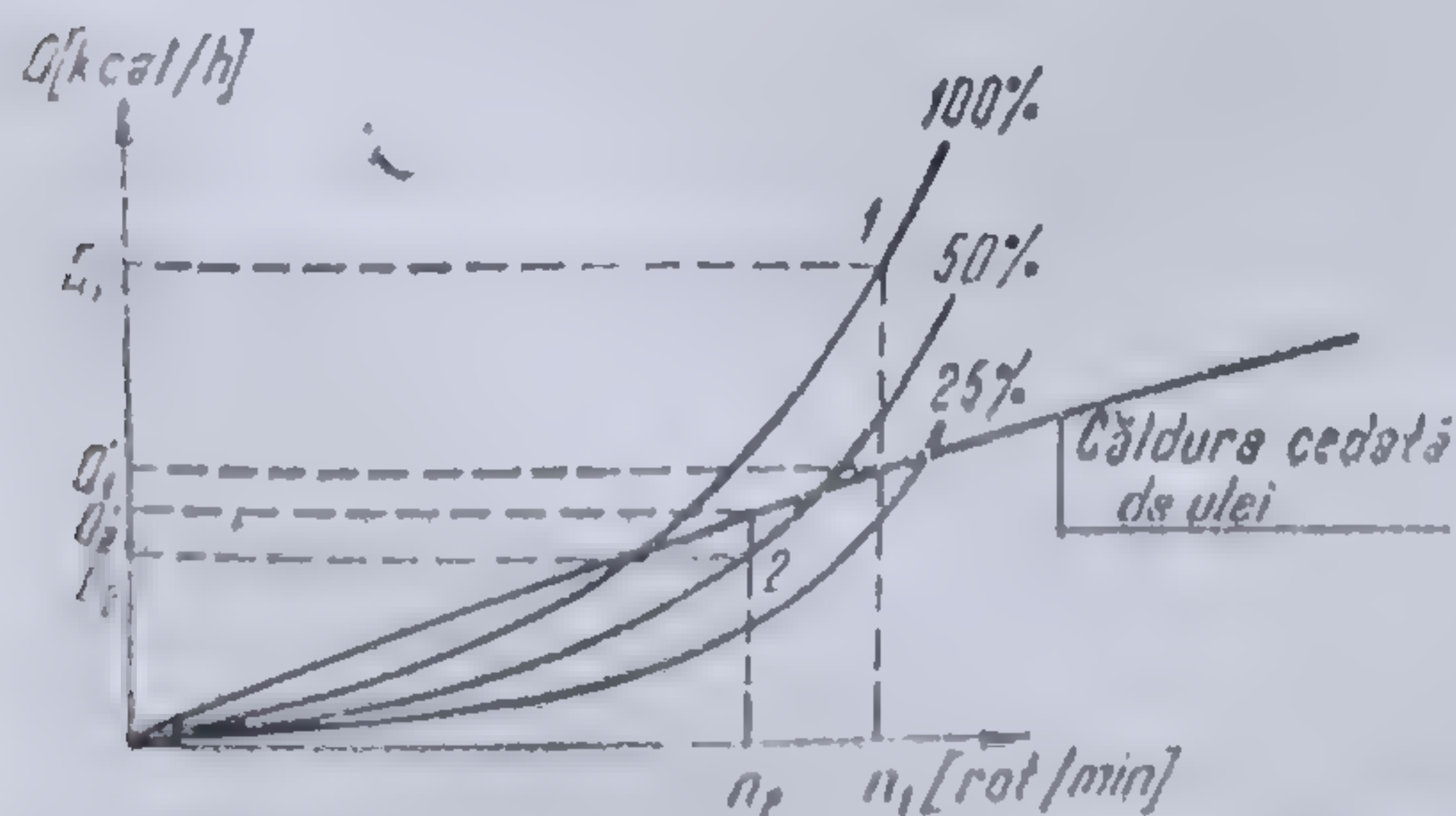


Fig. 4.80. Reglarea regimului de ungere în funcție de regimul de funcționare a motorului.

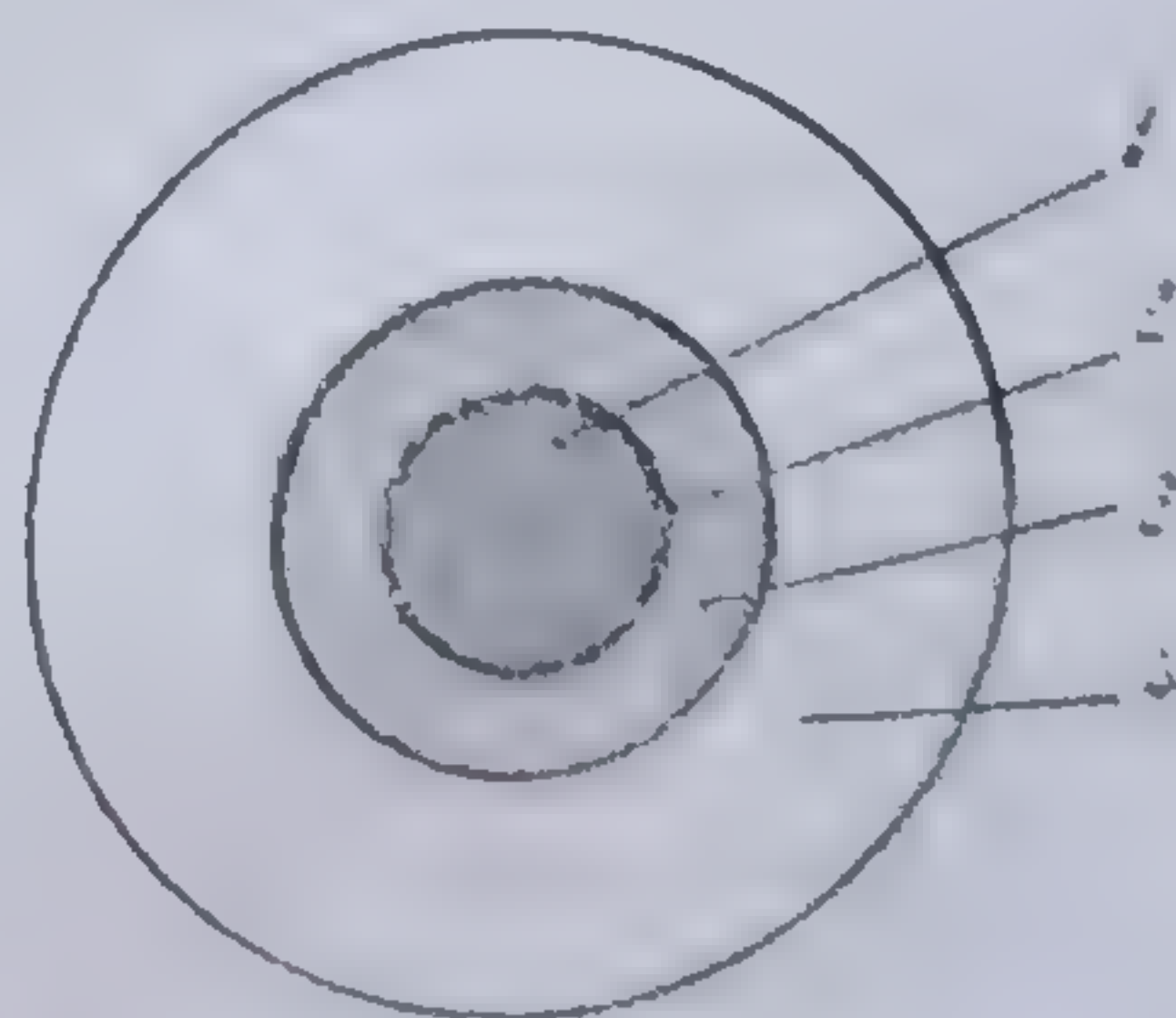


Fig. 4.81. Aspectul petei de ulei pentru aprecierea calității acesteia.

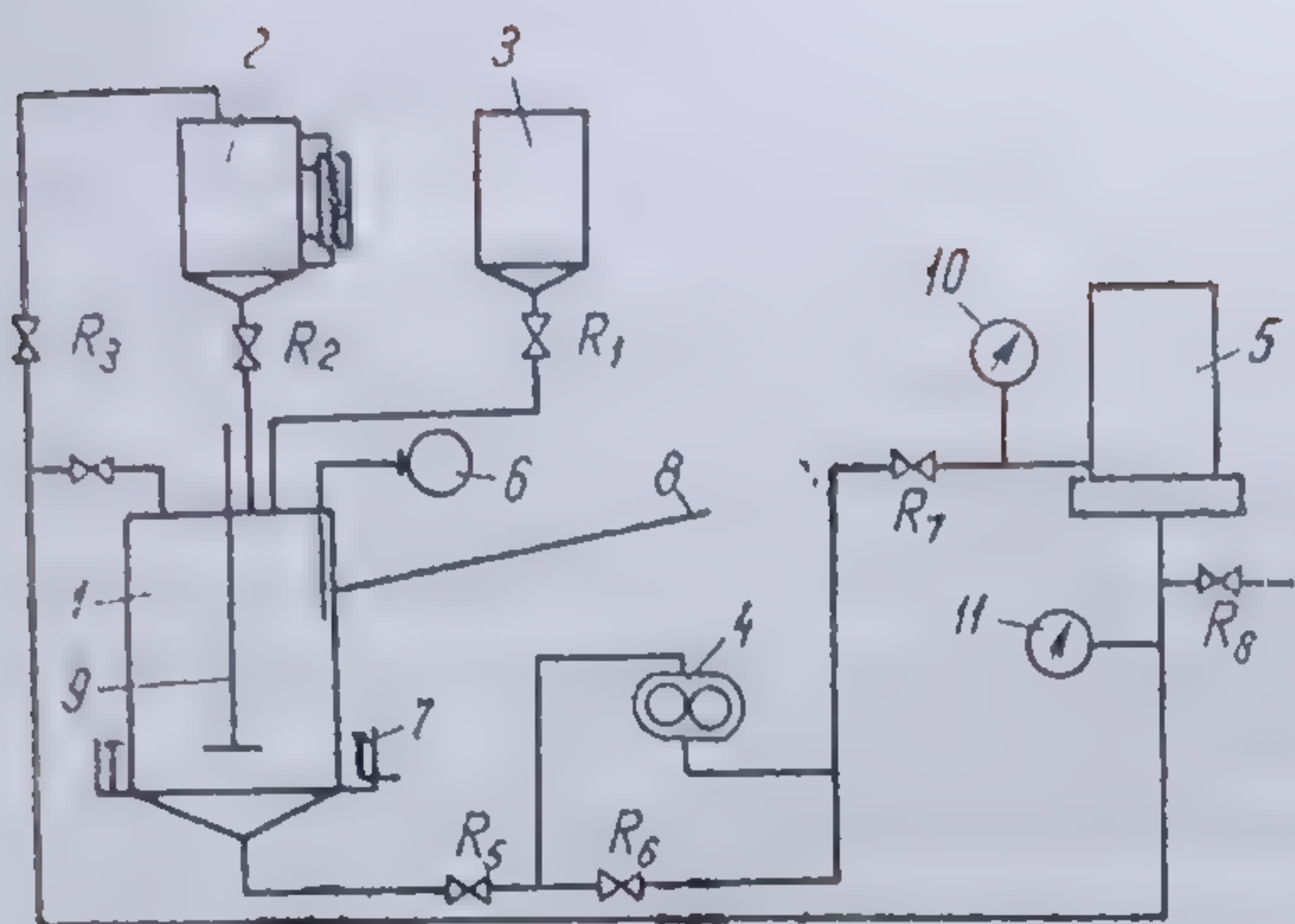


Fig. 4.82. Stand pentru încercarea filtrelor de ulei.

Zona centrală 1 caracterizează starea de uzură a uleiului prin gradul său de opacitate în funcție de concentrația particulelor de funingine. Zona centrală este înconjurată de o aureolă 2, mai mult sau mai puțin pronunțată la diferite uleiuri. Coroana circulară intermediară 3, reprezintă o zonă de difuziune care caracterizează puterea dispersantă reziduală a uleiului. Coroana exterioară 4, a petei constituie o zonă translucidă, îmbibată cu uleiul separat de impuritățile acumulate.

La început uleiul se răspândește prin difuziune, iar mai târziu prin absorbție pe hîrtie, care tinde să scoată funinginea prin filtrare. Proprietățile dispersante ale uleiului sînt indicate prin capacitatea sa de a scoate funinginea la suprafața hîrtiei.

Controlul filtrului de ulei, care poate furniza informații utile cu privire la gradul de impurificare al uleiului și permite deci să se aprecieze momentul de înlocuire, poate fi folosit pe lîngă această metodă. Dintre filtrele de ulei cele centrifugale și cele cu element de filtrare demontabil, pot indica mai bine degradarea uleiului prin cantitatea impurităților reținute.

În ceea ce privește stabilirea perioadei de schimb a filtrului, se poate face prin verificarea gradului de înfundare în condiții de funcționare în exploatare. Filtrele se examinează după greutatea impurităților reținute și capacitatea reziduală de filtrare, determinată pe un stand special construit (fig. 4.28). Elementele filtrante se montează în carcasa 5. Se toarnă ulei proaspăt în vasul 1, prevăzut cu mecanism de agitare 9 și sistem de încălzire electrică 7. Temperatura se măsoară cu termometrul 6 prin intermediul sondei 8. Standul este prevăzut cu o pompă cu roți dințate 4, care asigură circulația uleiului prin elementul filtrant, după ce a atins temperatura de 80°C. Pe conducta de intrare și ieșire a uleiului din filtru sînt montate manometrele 10 și 11. Cînd elementul filtrant este înfundat, rezistența hidrodinamică opusă trecerii uleiului crește și este indicată prin diferența citirilor pe cele două manometre. Vasul 2, servește la măsurarea debitului de ulei trecut prin elementul filtrant supus verificării, iar vasul 3, pentru completarea cu ulei a instalației. În figură cifrele precedate de litera R sînt robinete.

Se determină capacitatea reziduală de filtrare prin raportarea diferenței de presiune, la un filtru nou, la diferența de presiune înregistrată, la un filtru utilizat.

Filtrele de ulei nu restabilesc proprietățile inițiale ale uleiului din motor, dar ele trebuie considerate ca un mijloc auxiliar care contribuie la îmbunătățirea ungerii pieselor motorului prin înlăturarea majorității impurităților solide. De aceea, uleiul trebuie înlocuit la intervale corespunzătoare gradului de impurificare. Încercările de a prelungi termenul de utilizare a uleiului în motor, prin montarea unor filtre suplimentare pot duce la rezultate contrare așteptărilor.

Filtrele se schimbă în majoritatea cazurilor o dată cu uleiul din motor. Există filtre recomandate să fie înlocuite la a doua schimbare a uleiului, când motoarele respective folosesc uleiuri dispersante.

Operațiile de întreținere tehnică, care sînt prevăzute pentru instalația de ungere a unor motoare fabricate în țara noastră, sînt reprezentate în tabelul 4.18.

4.3. ÎNTREȚINEREA TEHNICĂ A ECHIPAMENTULUI ELECTRIC

Întreținerea echipamentului electric, care se face odată cu întreținerea curentă a automobilelor în stațiile de tip service, sau ateliere de reparații, necesită cunoașterea modului de schimbare a stării tehnice a elementelor echipamentului electric, în procesul de exploatare și diagnosticarea rapidă și eficace a stării tehnice.

Întreținerea tehnică a sistemelor de alimentare cu curent. Sistemele de alimentare cu curent furnizează energie electrică consumatorilor la tensiuni de 6, 12, 24 V și au în componența lor un generator de curent antrenat de motor, o baterie de acumulate, un grup de rele regulate de tensiune, de curent și de conectare-deconectare a generatorului, în paralel cu bateria (în cazul generatoarelor de curent continuu), grup de redresare (în cazul generatoarelor de curent alternativ) conductoare de legătură, ampermetru și lampă de control.

Avînd în vedere generalizarea alternatoarelor pe toate categoriile de automobile, se va trata în exclusivitate acest tip de generator.

Schimbarea stării tehnice a componentelor sistemelor de alimentare cu curent. Influența diferiților factori externi sau funcționali, asupra aparaturii de alimentare cu curent, au ca efect modificarea parametrilor elementelor sistemului de alimentare, micșorarea fiabilității și siguranței în funcționare a acestora.

Principalii factori de influență sînt:

— temperatura — unele elemente fiind instalate în imediata apropiere a motorului, sînt obligate să funcționeze la temperaturi ridicate;

— umiditatea — componentele sistemelor de alimentare cu curent lucrează într-un mediu în care pot veni în contact cu apa, uleiul sau combustibilul și ca urmare există pericolul oxidării contactelor și distrugerii izolației conductoarelor electrice;

— impurități în aerul atmosferic — o serie dintre componente lucrînd într-un mediu cu mult praf sînt expuse la uzuri intense;

— solicitări mecanice — funcționarea într-un regim permanent de vibrații, determinat fie de funcționarea motorului, fie de neregularitățile drumului, duc la creșterea uzurii pieselor în mișcare;

— solicitări ale surselor de energie — la pornirea motorului cu electromotorul, bateria este solicitată la curenți mari, iar după pornirea motorului din cauza numărului variabil de consumatori și a regimului variabil al generatorului, bateria este obligată să treacă din regim de descărcare, în regim de încărcare, și invers, într-un timp foarte scurt;

— regimul variabil de funcționare — regimul de funcționare al motorului fiind variabil, rezultă că agregatele din compunerea echipamentului electric, care sînt antrenate de motor, vor avea de asemenea un regim de funcționare variabil.

Operațiile privind întreținerea tehnică a instalației de ungere a motoarelor de automobile

Felul lucrării	Operația care se execută	Periodicitatea [km echivalenți]			Condiții tehnice		
		Dacia 1300	D797-05 SAVIEM	D2156 HMN ROMAN	Dacia 1300	D797-05 SAVIEM	D2156 HMN ROMAN
Verificări	Verificarea nivelului uleiului și completarea uleiului consumat din carter	zilnic	zilnic	zilnic	Să fie nivelul pînă la reperul maxim al jojei		
	Verificarea funcționării manometrului de ulei (mancontactului)	idem	idem	idem	Să se stingă becul la 750—800 rot/min		
	Verificarea presiunii uleiului din rampa principală	15 000	15 000	15 000	0,7 daN/cm ² la 750—800 rot/min și 3,5—4 daN/cm ² la 4 000 rot/min		
	Înlocuirea uleiului din carterul motorului	5 000	5 000	5 000	Peste —10°C M20W40 sub —10°C M10W30		
Înlocuire-curățire	Înlocuirea elementului filtrant din hîrtie (filtrului pentru Dacia 1300)	15 000	5 000	5 000	Presiunea de deschidere a supapei de scurt-circuitare 4,5 daN/cm ² 1,4—2,0 daN/cm ² 6,5—7,5 daN/cm ²		
	Înlocuirea manșetei de hîrtie din filtrul centrifugal și curățirea carcasei filtrului	—	—	10 000	—		
	Curățirea bușonului magnetic din baia de ulei	—	5 000	5 000	—		
	Curățirea răcitorului de ulei	—	la RT—S primăvara		—		
Stringeri	Strîngerea băii de ulei, capacele culbutoarelor	zilnic	zilnic	zilnic	—		
	Strîngerea filtrelor de ulei	idem	idem	idem	—		

Generatoarele de curent alternativ elimină o serie de dezavantaje existente în cazul dinamurilor, astfel că în procesul de exploatare apare un număr redus de modificări ale stării tehnice al acestora, la perioade (parcursuri) mari. Cele mai frecvente modificări ale stării tehnice sînt:

- griparea periilor în suportul lor, ceea ce are ca efect debitarea unui curent slab, sau absența debitării curentului;

- depunerea de impurități pe inelele colectoare;

- uzura rulmenților (la parcursuri ce depășesc 100 000 km, poate provoca deteriorarea înfășurărilor statorului);

- deteriorarea diodelor din dispozitivul de redresare (la temperaturi ce depășesc 70°C diodele de siliciu nu mai au o funcționare sigură).

Reglatoare de tensiune. În situația în care dispozitivul de reglare a tensiunii este cu contacte de tip vibrator (Tirril), cu contacte și amplificatoare magnetice, cu contacte tranzistorizate, apar următoarele modificări ale stării tehnice funcționale:

- uzura, oxidarea sau sudarea contactelor;

- modificarea caracteristicilor arcurilor ca urmare a oboselii materialului;

- creșterea sensibilității la vibrații;

- distrugerea instalației bobinelor ca urmare a acțiunii umezelii, benzinei și uleiului sau a supraîncălzirii înfășurărilor.

Bateria de acumulare. La marea majoritate a automobilelor, este cu acid, cu plăci de plumb. Durabilitatea în exploatare a bateriilor cu separatoare simple este de cel puțin 24 luni, la un parcurs de cel puțin 75 000 km.

Principalele modificări ale stării tehnice ale bateriilor de acumulare sînt: autodescărcarea, sulfatarea, evaporarea electrolitului, deformarea și distrugerea plăcilor și separatoarelor, scurtcircuite între plăcile elementelor, modificarea capacității bateriei ca urmare a scăderii temperaturii mediului.

Autodescărcarea este un fenomen propriu tuturor bateriilor de acumulare și constă în pierderea capacității în repaos. Acest proces este provocat de curenți locali, ca urmare a impurităților din electrolit, de neomogenitatea electrolitului, de umezeala de la suprafața acumulatorului etc.

Impuritățile din electrolit produc autodescărcarea prin apariția unor curenți locali pe plăcile bateriei de acumulare. Aceste impurități metalice aderă la plăci și formează cu acestea și cu electrolitul mici pile în scurtcircuit.

Foarte periculoase sînt impuritățile de cupru și fier. Dacă în electrolit se găsește fier, autodescărcarea completă se produce într-un interval de 24 h. Autodescărcarea este cu atât mai intensă cu cît impuritățile sînt mai numeroase ca varietate, iar cantitatea mai mare.

În timpul cît bateria se află în repaos, electrolitul are greutatea specifică neomogenă, la partea inferioară a plăcilor greutatea specifică a electrolitului este mai mare decît la partea superioară. Diferența de greutate specifică provoacă o diferență de potențial între partea inferioară și superioară a plăcilor și apare în acest fel un curent local al cărui circuit se închide prin electrolit și plăci, determinînd autodescărcarea bateriei.

Pe suprafața bateriilor, în timpul exploatării, se depun picături de electrolit și umezeală. Picăturile de electrolit care se depun pe suprafața capacului bateriei, fiind higroscopice, întrețin umezeala. Stratul de umezeală care se formează, este un bun conducător de electricitate și poate produce autodescărcarea.

La autodescărcarea bateriilor, mai poate să contribuie și formarea elementelor galvanice auxiliare. Astfel, la contactul dintre plumb și electrolitul care conține ioni de hidrogen, se formează un element de scurtcircuit, cu hidrogenul, ca parte pozitivă, și plumbul, ca parte negativă. Plumbul trece în PbSO_4 , iar hidrogenul se degajă din electrolit. La placa pozitivă PbO_2 formează cu grătarul de plumb un element în scurtcircuit care constituie cauza autodescărcării.

Autodescărcarea bateriilor nu poate fi înlăturată complet, însă poate să fie limitată. Limitarea autodescărcării depinde în primul rând de procesul de fabricație și de exploatare al acumulatorilor.

În timp de 24 h, bateriile de acumulatori, pentru pornirea autovehiculelor, se descarcă 1—2% din capacitate, ceea ce evidențiază faptul că o baterie normal încărcată și bine depozitată se autodescărca total în 50—100 zile.

Prevenirea autodescărcării se realizează printr-o serie de măsuri, care se iau în procesul de exploatare, printre care se pot enumera: descărcarea permanentă sau cel puțin o dată pe lună, prevenirea pătrunderii impurităților în electrolit la repararea acestuia etc.

Pentru omogenizarea densității este necesar ca după completarea nivelului electrolitului, acumulatorul să fie supus încărcării timp de 1—2 h. Prevenirea autodescărcării datorită curenților de suprafață, se realizează prin menținerea bateriilor într-o perfectă stare de curățenie.

Sulfatarea bateriilor de acumulatori constă în depunerea pe plăci a unor cristale mari de sulfat de plumb, insolubile în electrolit.

În procesul de descărcare, sulfatul de plumb care se formează pe plăci are cristale foarte fine, solubile în electrolit și deci capabile ca, la încărcare, să fie transformate din nou în plăci și oxid de plumb (Pb și PbO_2). Dacă acumulatorul este ținut în stare descărcată, mai mult timp, o parte din sulfatul de plumb se dizolvă în electrolit, pe care-l saturează, iar la scăderea temperaturii se depune pe plăci sub formă de cristale mari insolubile.

Cristalele mari, de sulfat de plumb, sînt rău conducătoare de electricitate și izolează astfel plăcile, producînd creșterea rezistenței interioare la valori foarte mari.

Sulfatarea bateriilor de acumulatori este cu atît mai intensă cu cît acestea sînt mai descărcate și cu cît variațiile de temperatură sînt mai mari și mai numeroase. Ea mai este favorizată și de concentrația ridicată a electrolitului, precum și de prezența impurităților.

Plăcile sulfatate au următoarele caracteristici: placa pozitivă este zgrunțuroasă la pipăit, dură și se sfarmă în grăunțe la strîngerea între degete, iar placa negativă este dură și nu poate fi străpunsă cu ușurință.

Pentru a preveni apariția sulfatării, este necesar ca bateriile de acumulatori să fie menținute, permanent, în stare încărcată, iar în cazul descărcării, acestea să fie reîncărcate în cel mult 24 h.

La bateriile aflate în exploatare, prevenirea sulfatării se poate realiza prin încărcare la intervale de o lună. Această încărcare este necesară deoarece, în procesul de exploatare, se formează pe plăci cristale

mari de sulfat de plumb, pentru a căror transformare este necesară o cantitate mare de energie, care nu poate fi debitată de generatorul autovehiculului.

Evaporarea electrolitului este cauzată de procesele chimice care au loc în acumulator pe timpul încărcării pe autovehicul și de căldura emanată de motor, când bateria este montată în apropierea lui. Ca urmare, electrolitul se evaporă și nivelul lui scade. De regulă, din electrolit se evaporă apa distilată.

Deformarea și distrugerea plăcilor și separatoarelor apare din cauza tensiunilor interne care iau naștere în urma formării sulfatului de plumb la suprafața plăcilor la o descărcare de lungă durată cu curenți mari. Prin deformare, masa activă cade de pe plăci și ca urmare se reduce capacitatea acumulatorului. Descărcarea acumulatorului cu curenți mari, are loc la pornirea motorului. Protejarea bateriei de acumuloare, se realizează dacă la pornire se cuplează electromotorul numai o perioadă de 3—5 s. Suplinirea eventualelor defecțiuni ale echipamentului de aprindere și alimentare, prin mărirea duratei de antrenare a motorului la pornire, constituie una din cauzele principale ale deformării și distrugerii plăcilor.

Distrugerea plăcilor se datorează și încărcării cu curenți mari când acumulatorul fierbe. Bulele de oxigen, de la plăcile pozitive și cele de hidrogen, de la plăcile negative, creează presiunii de dislocare a masei active. Odată cu ieșirea gazelor, ies și particulele fine de masă. De aceea, la încărcarea normală, temperatura nu trebuie să depășească 40°C , iar tensiunea trebuie să fie limitată la valoarea de 2,4—2,5 V/element.

Desprinderea masei active de pe plăci se poate datora și manipulării defectuoase.

Plăcile se distrug și prin înghețarea electrolitului. Mărirea concentrației scade pericolul de îngheț (fig. 4.83), dar accelerează distrugerea separatoarelor și sulfatarea plăcilor.

Uzura plăcilor pozitive și negative. În timp, masa activă a plăcilor pozitive se desprinde și cade la fundul bacurilor. La plăcile negative are loc o compactare a acestora (astuparea porilor) împiedicându-se reacțiile chimice.

Scurtcircuitele între plăcile elementelor sînt semnalate de: fierbere tîrzie, redusă sau nulă, temperatură ridicată, tensiunea la încărcare și descărcare mai mică, densitatea electrolitului mai mică.

Locul scurtcircuitului apare sub formă de pete cenușii conturate vizibil pe castaniul plăcilor pozitive.

Cauzele scurtcircuitului pot fi:

— atingerea a două plăci vecine, datorită curbării și deformării plăcilor pozitive, urmată de perforarea separatorului;

— contactul accidental între plăcile de polaritate opusă, prin corpurile străine aflate în cuva elementului;

— contactul accidental provocat de materia activă depusă fie pe fundul vasului și ajunsă pînă la plăci, fie pe marginile plăcilor în urma fierberii violente.

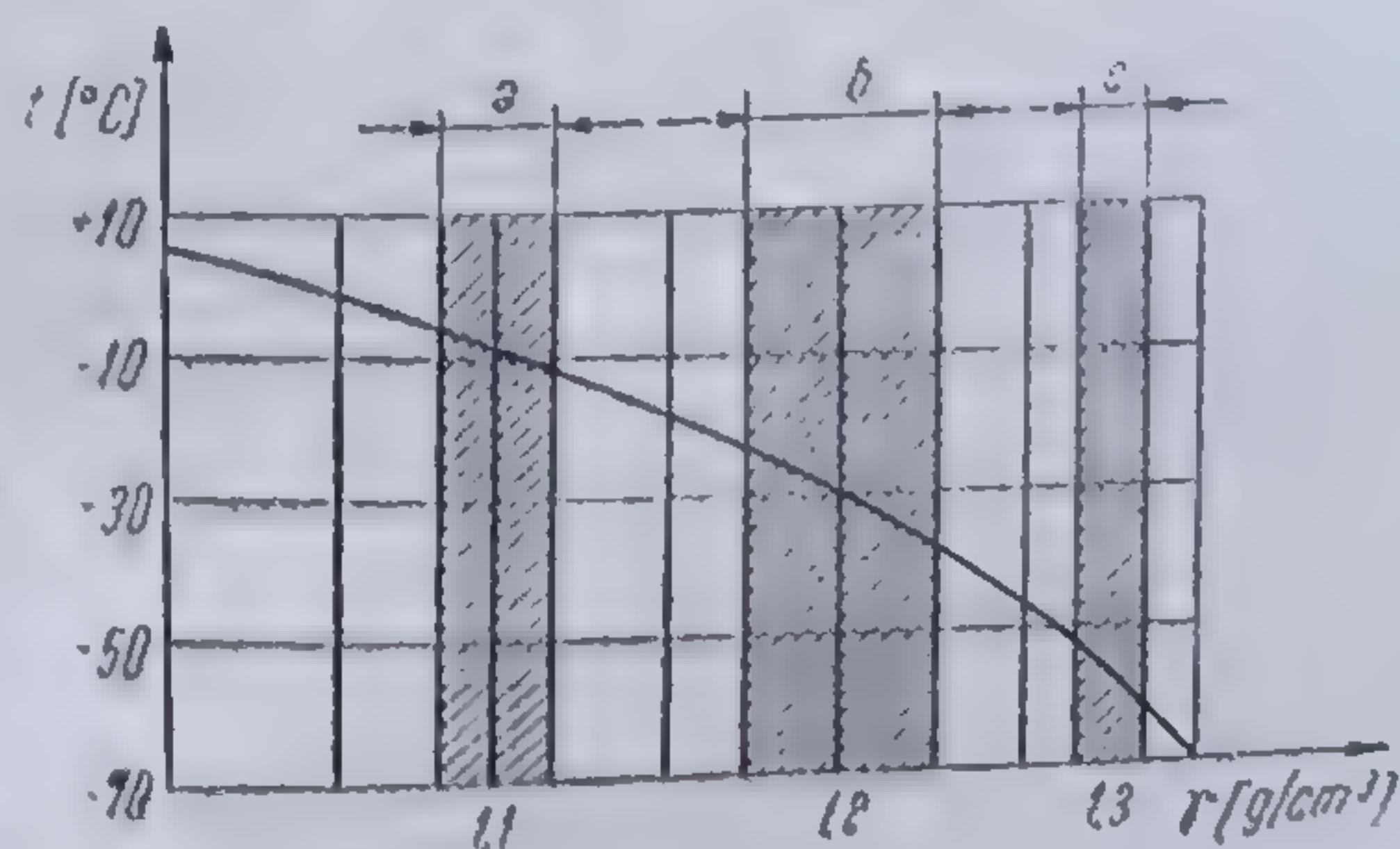


Fig. 4.83. Variația punctului de congelare funcție de greutatea specifică a electrolitului:
a — baterie descărcată; b — baterie încărcată 50 %;
c — baterie încărcată 100%

Scăderea temperaturii mediului provoacă o importantă diminuare a capacității acumulatorului așa cum se poate vedea și în figura 4.84. Acest fenomen se datorează viscozității electrolitului, ceea ce îngreunează pătrunderea în adâncimea porilor masei active a plăcilor. La scăderea temperaturii începînd de la $+25^{\circ}\text{C}$ (a electrolitului) capacitatea scade (la o descărcare cu un curent corespunzător de 0,05 din capacitatea bateriei la 20°C) cu 1% la fiecare grad.

Diagnosticarea stării tehnice a componentelor sistemelor de alimentare cu curent și operații de întreținere tehnică. Diagnosticarea generatorului de curent alternativ se face în mod asemănător cu cea a generatorilor de curent continuu cu excitație în derivație. Ea constă în măsurarea tensiunii de lucru și a curentului nominal la sarcină nominală.

Trebuie avut însă în vedere că, diodele sînt foarte sensibile la supraîncărcări. Pentru a evita deteriorarea lor, trebuie să se cunoască operațiile care duc la defectare și anume: punerea la masă a conductoarelor alternatorului în funcționare; punerea la masă sau legarea între ele a conductoarelor înfășurării de excitație; modificarea poziției conductoarelor regulatorului; deconectarea regulatorului de tensiune.

Dacă tensiunea de lucru și puterea, sau curentul nominal, nu se încadrează în limitele menționate în fișa tehnică se procedează la: verificarea conectării excitației; încărcarea generatorului în gol; verificarea și încercarea redresoarelor; verificarea înfășurărilor.

Verificarea conectării excitației în paralel cu alternatorul. O deconectare completă a excitației la pornire nu permite autoexcitarea alternatorului.

Excitația trebuie conectată odată cu pornirea motorului fie direct, fie printr-o rezistență (bec), prin cheia de contact a aprinderii (Dacia), printr-un releu de conectare (Delco-Remy), printr-o punte redresoare suplimentară de putere redusă (Bosch), printr-o rezistență de amorsare de circa $0,5\ \Omega$ și comutatorul aprinderii în paralel cu o diodă (Motorola), protejînd înfășurarea statorică în caz de defectare a redresoarelor.

Încercarea generatorului de curent alternativ în gol se face pe banc conform schemei din figura 4.85. Încercarea se face la temperatura de

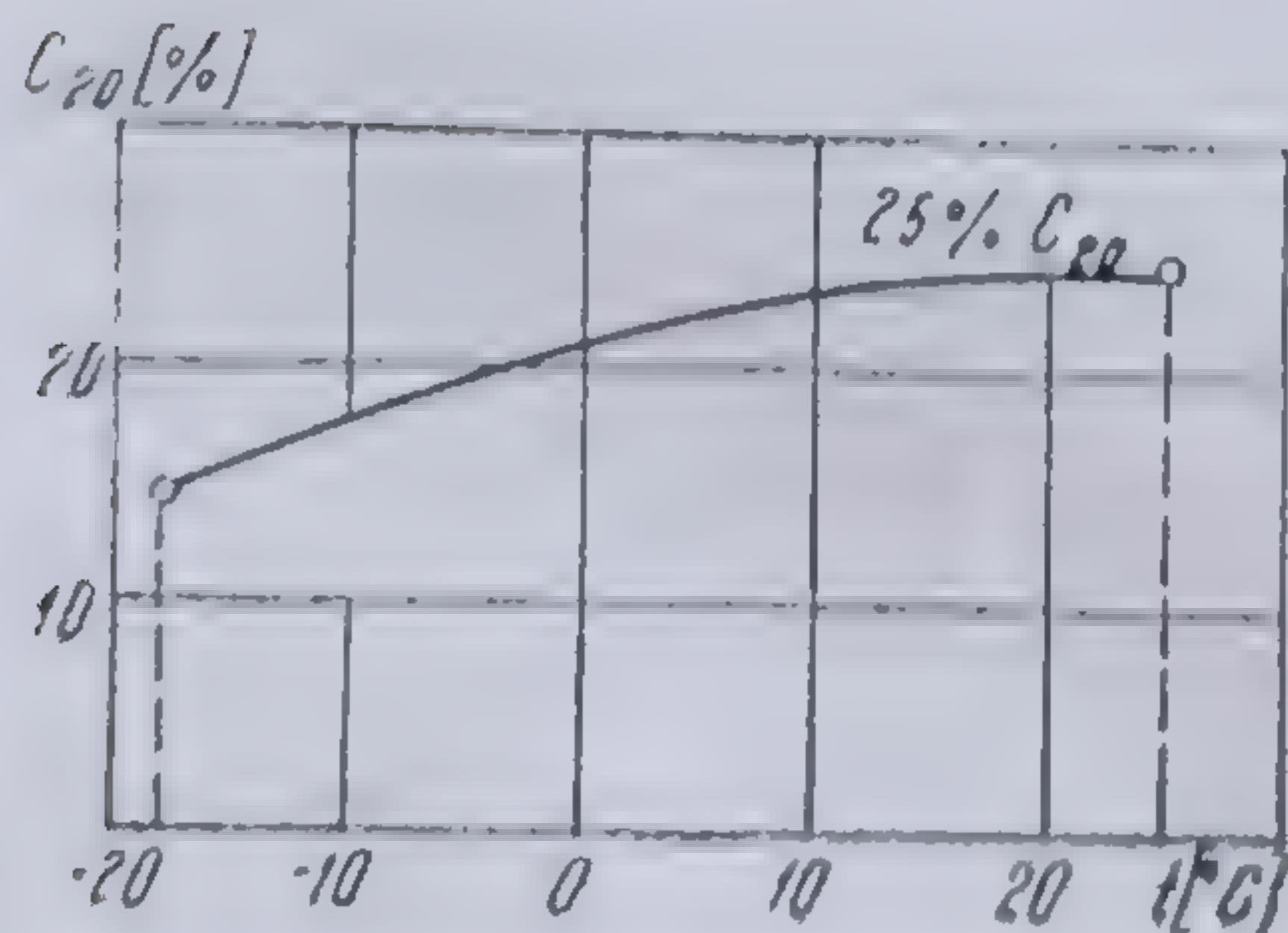


Fig. 4.84. Scăderea capacității bateriei de acumulatori în funcție de scăderea temperaturii electrolitului.

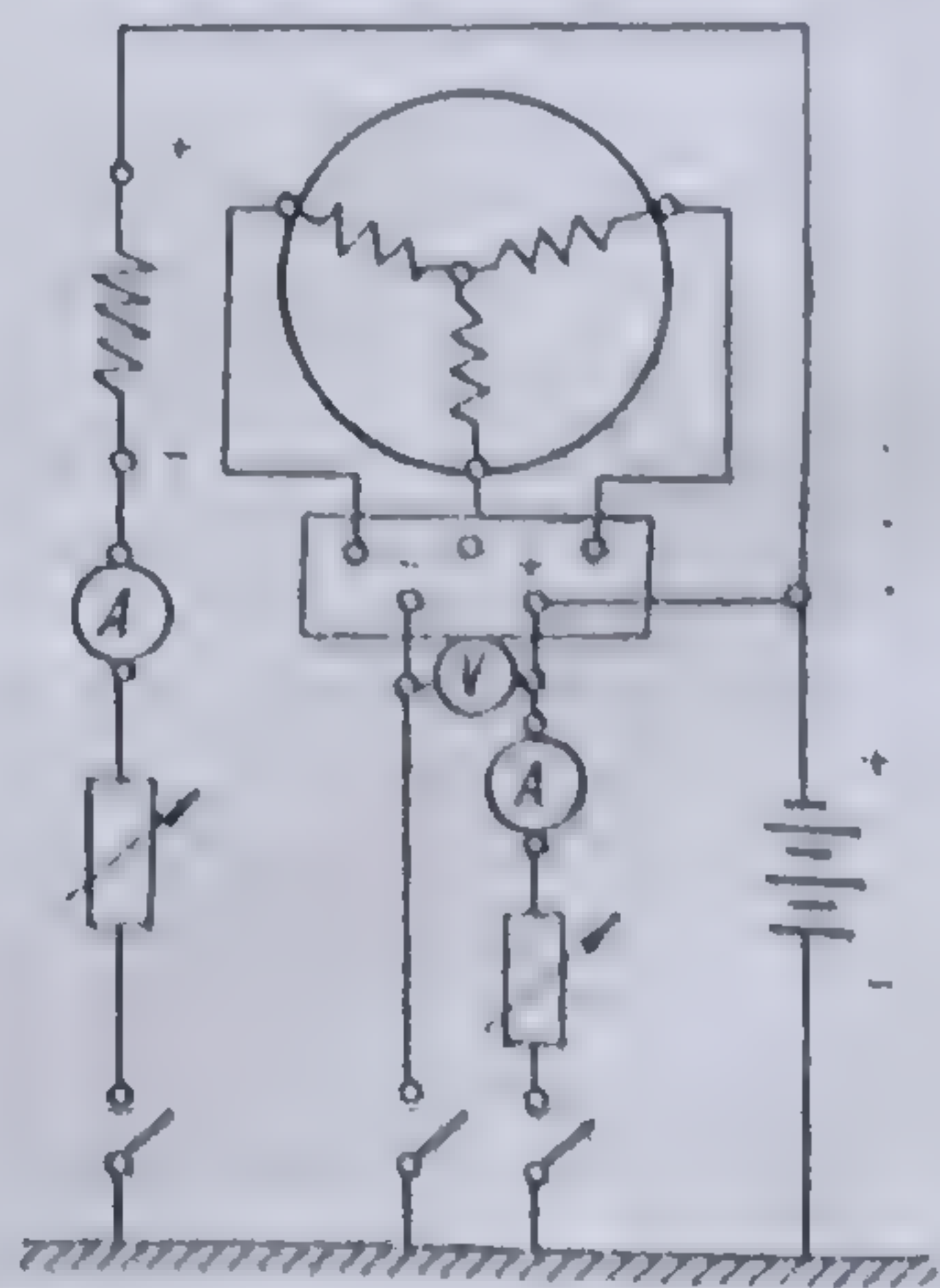


Fig. 4.85. Schema conexiunilor pentru încercarea generatorilor de curent alternativ.

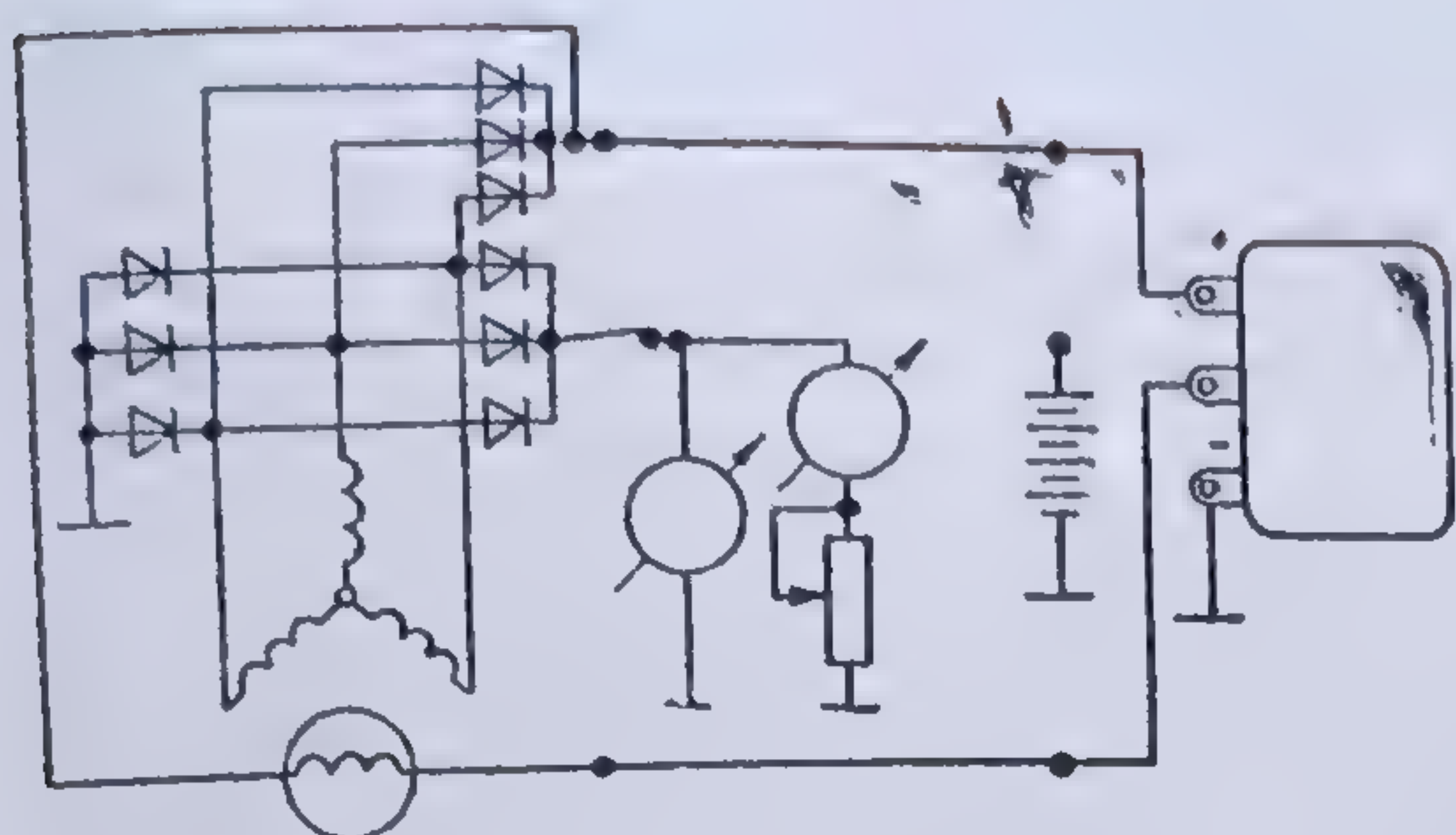


Fig. 4.86. Schema conexiunilor pentru încercarea generatoarelor de c.a. în sarcină.

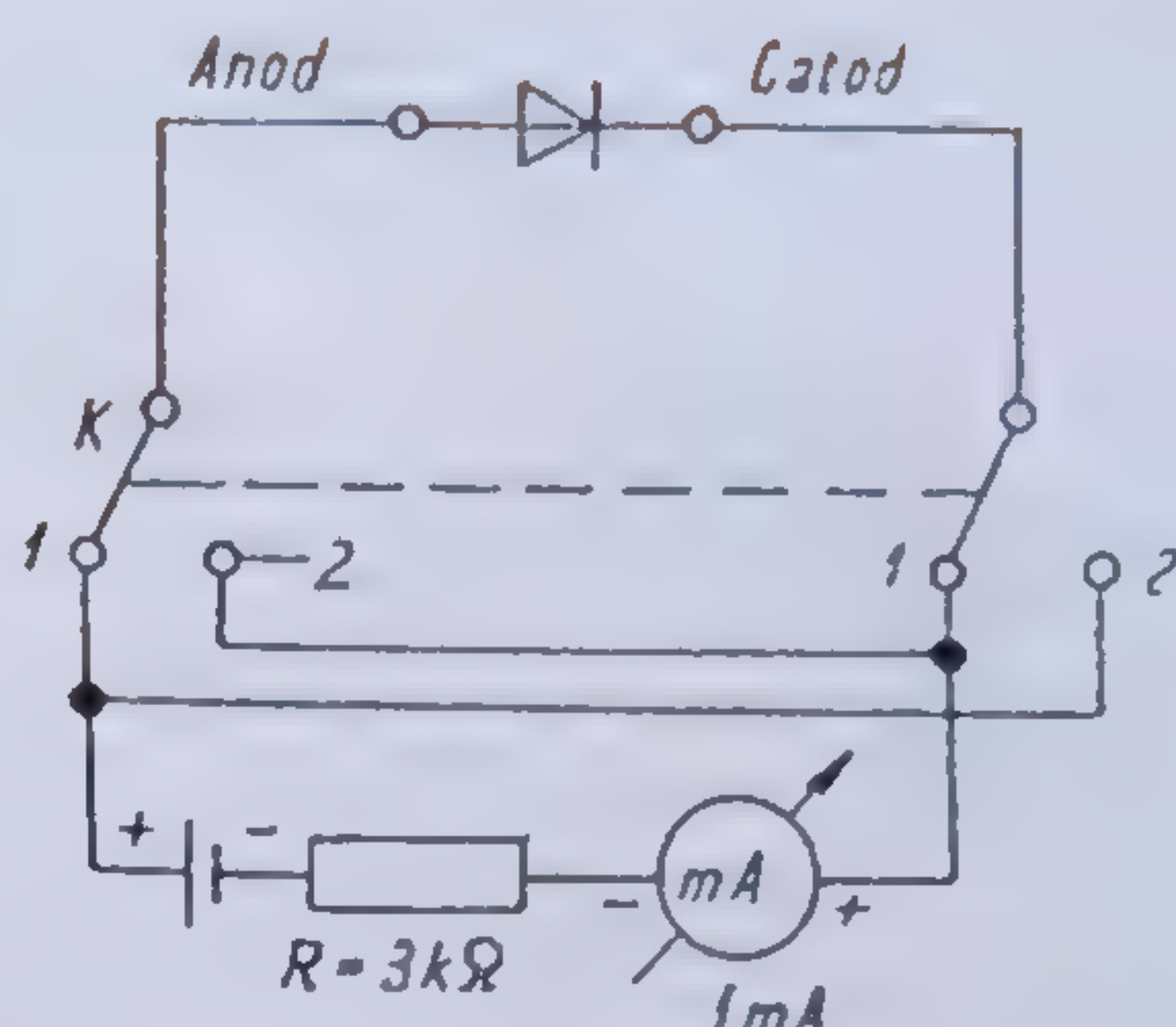


Fig. 4.87. Montajul utilizat la verificarea diodelor.

20...25°C. După verificarea legăturilor se lasă să funcționeze generatorul în gol, ajungându-se la tensiunea nominală de 12,5 V. La această încercare se închide circuitul de alimentare al bateriei de acumulate și circuitul de excitație. În acest caz, turația nu trebuie să depășească 1 000 rot/min.

Încercarea generatorului de curent alternativ în sarcină se face încărcându-l cu un reostat de sarcină pînă se atinge valoarea curentului nominal (fig. 4.86).

În timpul acestei testări se reglează tensiunea nominală și se măsoară turația de la care generatorul poate da puterea nominală.

Verificarea generatorului la sarcină nominală și turația maximă presupune închiderea celor trei întrerupătoare (v. fig. 4.85) și anternarea generatorului cu turația de 5 000 rot/min. Generatorul este în bună stare dacă după 2 min de la conectare, sarcina atinge 25—28 A și o tensiune de 13,5—14,5 V.

Verificarea diodelor se efectuează după o schemă simplă prezentată în figura 4.87.

În circuitul alimentat de la o sursă de 3 V, se leagă o rezistență de protecție de 4 kΩ și un miliampermetru cu scala pînă la 1 mA. Cele două sensuri ale tensiunii se realizează prin schimbătoarele de polaritate: cînd schimbătorul de polaritate are contactele în poziția 1, în cazul unei diode în stare bună, curentul măsurat ajunge la 1 mA; în poziția 2 a schimbătoarelor de polaritate, în cazul unei diode bune, nu se observă curent la ampermetru, sensul curentului fiind în sensul de blocare al diodei.

Diagnosticarea releului regulator de tensiune constă în determinarea și reglarea tensiunii de sarcină și în gol. Utilizînd un sistem de conectare ca în figura 4.88, se mărește turația generatorului treptat la circa 3 000 rot/min. Reostatul 5, se reglează la circa 0,5 din inten-

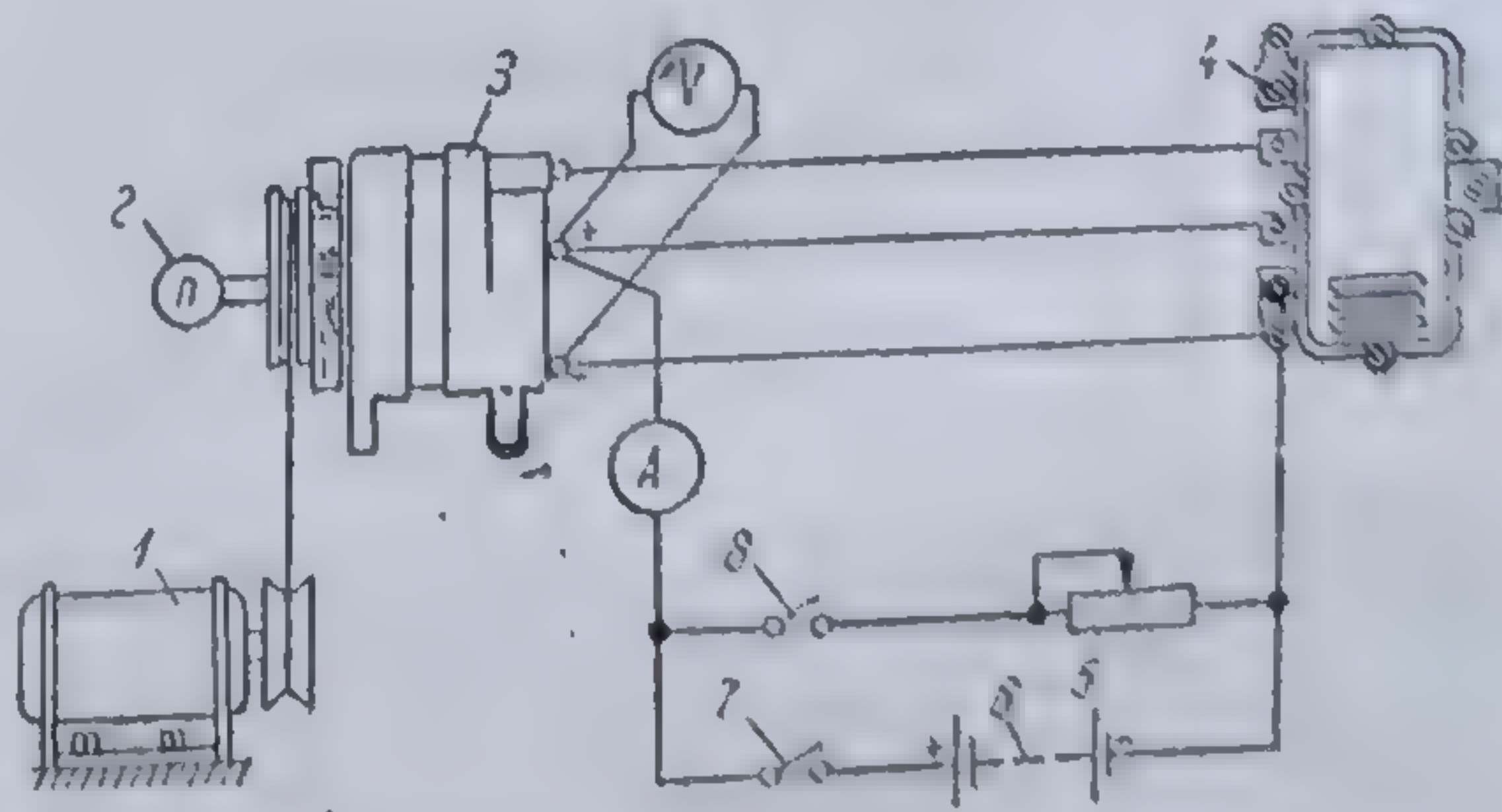


Fig. 4.88. Sistemul de conectare pentru diagnosticarea releului regulator de tensiune:
1 — electromotor; 2 — turometru; 3 — alternator; 4 — releu regulator; 5 — reostat; 6 — baterie de acumulare; 7, 8 — contactoare.

sitatea nominală a generatorului, observând indicațiile voltmetrului. Dacă tensiunea nu are valoarea corespunzătoare se reglează tensiunea arcului regulatorului (limitele de tensiune la sistemele de 12 V sînt de 13,5—14,5 V).

Tensiunea în gol se stabilește prin ridicarea turației generatorului, superioară celei nominale și anularea curentului generatorului, superioară celei nominale.

Diagnosticarea bateriei de acumulare se realizează prin stabilirea următorilor factori: tensiunea în sarcină rapidă, continuă, nivelul electrolitului și densitatea sa, etanșeitatea elementelor, scurgerile de curent, determinarea capacității bateriei.

Valoarea tensiunii în sarcină rapidă este o testare a comportării bateriei la pornirea motorului. Măsurarea se efectuează cu voltmetrul de sarcină, în cazul bateriilor cu capacitatea între 35—125 Ah, cu care se poate ajunge la valori mari ale curentului, apropiate de valorile curentului la electromotorul de pornire. Durata încercării este de pînă la 5 s citindu-se, pe toată perioada descărcării valoarea tensiunii, pe voltmetru.

Tensiunea la elementele unei baterii încărcate trebuie să fie de 2,13 V, iar la una descărcată de 1,35 V.

La o baterie de acumulare în stare bună, diferența de tensiune dintre elementele acesteia nu trebuie să fie mai mare de 0,1 V.

Nivelul electrolitului și densitatea sînt parametri de importanță majoră, în aprecierea omogenității de funcționare a stării de încărcare a bateriei. Micșorarea densității electrolitului cu 0,01 g/cm³ corespunde unei descărcări de 6%. Dacă la încărcare totală densitatea este de 1,28 g/cm³, la descărcare totală ajunge la 1,13 g/cm³.

În condiții normale de funcționare, densitatea electrolitului nu se micșorează, deoarece acidul este greu volatil. Refacerea nivelului electrolitului tuturor elementelor, se realizează numai prin adăugare de apă distilată, astfel încît aceasta să fie cu 10—15 mm peste nivelul plăcilor.

În situația în care este necesară refacerea densității normale a electrolitului, la temperatura de 20°C, pentru reducerea densității electrolitului acumulatorului încărcat ρ_D la densitatea necesară ρ_e se folosește relația:

$$x_1 = \frac{G}{\rho_e} \cdot \frac{\rho_D - \rho_e}{\rho_D - 1}, \quad (4.15)$$

în care:

G este greutatea electrolitului de densitate ρ_e [daN]; iar pentru creșterea densității de la valoarea ρ_d la valoarea ρ_e trebuie să se înlocuiască cu acid sulfuric de densitate ρ_a .

$$x_2 = \frac{G}{\rho_e} \cdot \frac{\rho_a - \rho_e}{\rho_a - \rho_d}, \quad (4.16)$$

Gradul de descărcare, a unui element de acumulator, în funcție de densitatea electrolitului, se determină cu ajutorul relației:

$$x = \frac{\rho_e - \rho_{20}}{\rho_e - \rho_d} \cdot 100 [\%], \quad (4.17)$$

unde ρ_e și ρ_d sînt densitatea elementului în stare complet încărcată și respectiv descărcată;

ρ_{20} — densitatea măsurată, raportată la +20°C.

Determinarea capacității bateriei de acumulate este simplificată dacă se utilizează, la o descărcare de 20 h, un montaj ca în figura 4.89. În practică se admite o metodă a descărcării în 10 h, la un regim de sarcină (curent de descărcare) de 0,1 din capacitatea bateriei, pînă la tensiunea de 1,7 V la una din cele mai slabe baterii din seria propusă (la încercări de lot). În acest caz capacitatea bateriei va fi cu 1,13—1,14 mai mică decît cea nominalizată pe acumulator.

Etanșeitatea elementelor. Verificarea etanșeității se face special la vasele (bacului) elementelor acumulate, pentru a constata dacă au, sau nu, crăpături. Se încearcă fiecare element cu un aparat, compus dintr-o pompă, care se aplică la gura de umplere a elementului. În derivație, pentru măsurarea presiunii, este montat un manometru cu mercur. În timpul încercărilor, presiunea de 150 bari trebuie să rămînă constantă 3—5 s. Dacă vasul este fisurat, nivelul scade repede, iar suprapresiunea nu poate fi realizată. Localizarea defectului se face fie după zgomot, fie după bulele gazoase ce apar la locul crăpăturii sau fisurii.

Scurgerile de curent. Verificarea scurgerilor de curent se face la suprafața bateriei de acumulate, cu ajutorul unui milivoltmetru. Se leagă un capăt la milivoltmetrului la una din bornele bateriei de acumulate, iar celălalt capăt, prevăzut cu un vîrf ascuțit, se atinge de diferite locuri ale suprafeței ei. Se urmăresc deviațiile acului indicator care indică o tensiune datorată scurgerilor de curent la suprafață.

Curățirea, uscarea și neutralizarea improșcărilor cu acid sulfuric se face cu o pensulă înmuiată într-o soluție de 10% amoniac sau hidroxid de sodiu.

Contactele imperfecte, existente uneori între borne și cleme, care se încălzesc mai mult decît celelalte, apariția oxizilor mai ales la bornele pozitive unde se produce electroliza, datorită acidului aflat pe capac, impun demontarea, curățirea, ajustarea, remontarea și ungerea lor cu unsoare consistentă. În tab. 4.19 se dă succesiunea operațiilor de întreținere tehnică pentru componentele sistemelor de alimentare cu curent.

Pentru ca durata de funcționare să ajungă, la acumulatele alcaline, pînă la 200 cicluri de descărcare-încărcare, corespunzător unei durate de funcționare de aproximativ 1,5—2 ani, se impune ca procesul de punere în funcțiune, cît și acela de înlăturare a sulfatării, exploatarea în anotimpul rece și depozitarea, să se desfășoare conform indicațiilor date de fabricantul bateriei.

Înlăturarea sulfatării se face prin încărcare de lungă durată cu intensitate mică de curent și concentrație redusă a electrolitului (1,04—1,06 kg/dm³). La temperatura de 40°C se întrerupe încărcarea și se lasă să se răcească. Încărcarea se oprește cînd greutatea specifică a electrolitului ajunge la 1,15 kg/dm³; se înlocuiește electrolitul cu apă distilată sau cu electrolit cu densitate mai mică și se repetă operația pînă cînd densitatea electrolitului rămîne constantă 4 h. Eliminarea sulfatului de

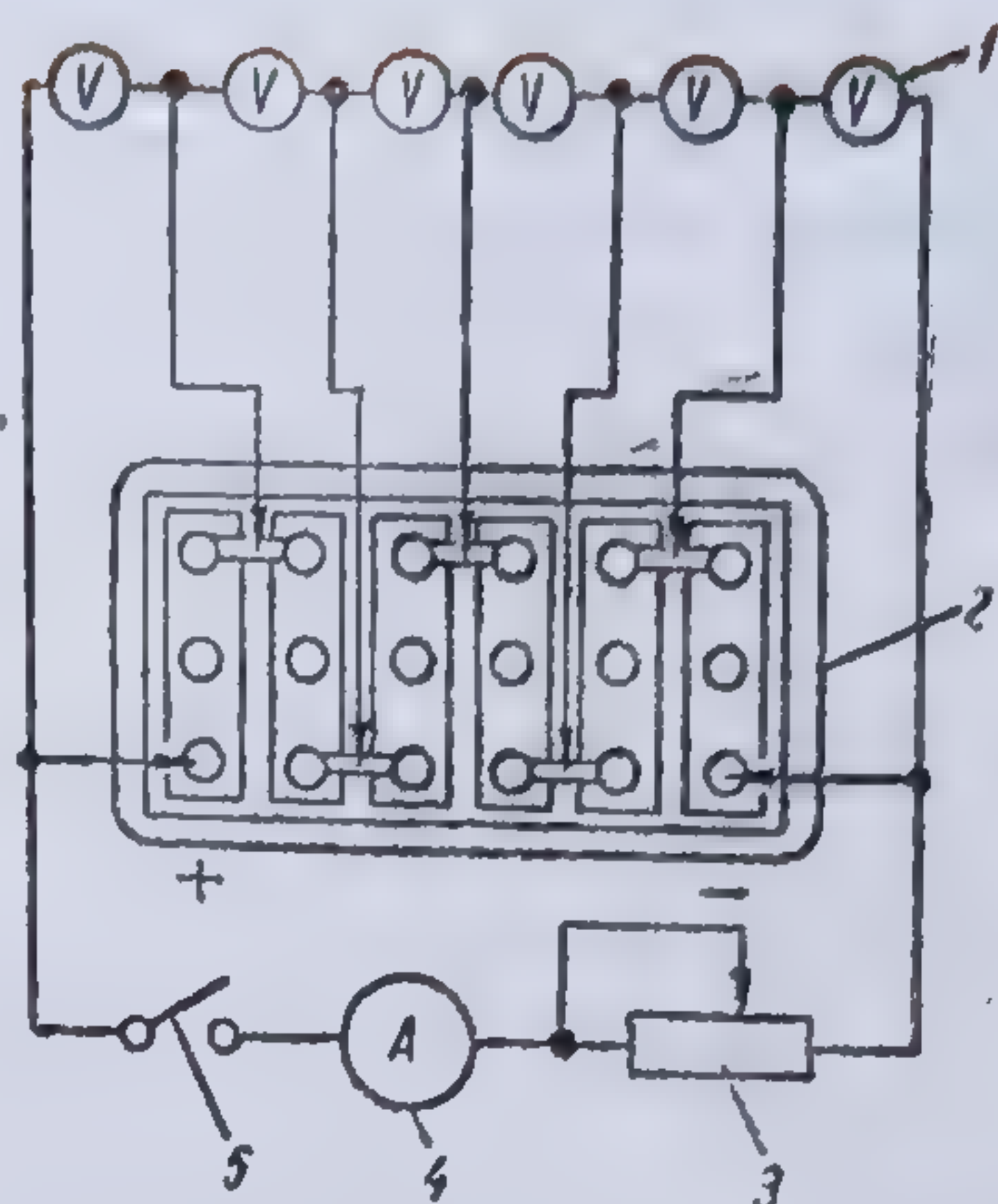


Fig. 4.89. Montajul pentru determinarea capacității bateriei de acumulate:

1 — voltmetre; 2 — baterie; 3 — reostat; 4 — ampermetru; 5 — contact.

Tabelul 4.19

Lucrările de revizie pentru regulatoarele de tensiune

Nr. crt.	Felul lucrării	Operația	Periodicitatea			Condiții tehnice
			Dacia 1300	ARO	ROMAN	
1	Revizie	Verificarea tensiunii între bornele + și D	15— 20 000	15— 20000	—	14,7—15 V
		Măsurarea saltului de tensiune între trepte	15— 20 000	15— 20000	—	0,2 —0,6 V
		Măsurarea distanței între miez și armătură	15— 20 000	15— 20000	—	0,9 —1,1 mm
		Măsurarea rezistenței înfășurării bobinei regulatorului	15— 20 000	15— 20000	—	48 Ω

Lucrări de întreținere și control pentru bateriile de acumuloare

1	Întreținere	Curățirea părților exterioare cu apă și amoniac diluat Desfundarea orificiilor de aerisire ale dopurilor Curățirea și ungerea clemelor cablurilor	periodic	periodic	periodic	—
		Verificarea nivelului electrolitului	La fiecare 100 km; La 6 zile vara; La 15 zile iarna			10 mm deasupra plăcilor
2	Control	Măsurarea densității electrolitului	La 15—20 zile			1,28 kg/dm ³ bine încărcată; 1,12 kg/dm ³ descărcată
3	Control	Se supune bateria la o descărcare de 3 ori capacitatea (135 A pt. o baterie de 45Ah), timp de 5 s	15—20 000 km			Tensiunea la borne să nu coboare sub 5V
		Se branșează bateria la un tester. Se pornește motorul cu electromotorul	15—20 000 km			Scăderea de tensiune nu trebuie să fie sub 9,6 V.

Lucrări de revizie, control și reparații pentru alternatoare

Nr. crt.	Felul lucrării	Operația	Periodicitatea [km]			Condiții tehnice
			DACIA 1300	ARO	ROMAN	
1	Revizie	Verificarea conexiunilor conductoarelor de legătură	periodic	periodic	periodic	Să nu existe contacte slabe
2	Control	Verificarea întinderii curelei de antrenare a alternatorului	5— 10 000	5— 10 000	5— 10 000	La o apăsare cu 30—40 N se depărtează cu 10—20 mm

(continuare tabelul 4.10)

Nr. crt.	Pelu lucrării	Operația	Pentru distanța (km)			Condiții tehnice
			DACIA 1300	ARO	ROMAN	
3	Repara- ție	Măsurarea rezistenței ele- circuitului de excitație între bornă D1 ⁺ și masă	Cînd alternatorul nu încarcă suficient			1,0 - 5,5 Ω
		Măsurarea presiunii perii- lor colectoare pe inele	100 - 150 000	100 - 150 000	100 - 150 000	0,200 - 0,250 daN
4	Revizie	Încercarea izolantului dintre porte-carbuni	100 - 150 000	100 - 150 000	100 - 150 000	Rezistența ∞ Ω
		Verificarea lungimii perii- lor	150 000	150 000	150 000	Să nu fie sub 6 mm
		Verificarea izolației ro- torului	Cînd alternatorul nu încarcă suficient			Rezistența
5	Repara- ție	Măsurarea rezistenței înfășurării rotorului	Cînd alternatorul nu încarcă			5,2 \pm 0,2 Ω
		Verificarea diodelor redresoare	Idem			Dacă lampa se aprinde în am- bele sensuri, una sau mai multe diode sînt în scurtcircuit

plumb se face mai ușor la plăcile pozitive. Plăcile puternic sulfatate se înlocuiesc întrucît nu se refac.

Întreținerea tehnică a electromotorului de pornire. Electromotorul de pornire al motoarelor de automobil, este alimentat direct de la bate-
ria de acumulatori, avînd o excitație serie. Prin curenții mari absorbiți
la pornirea motoarelor, demarorul este consumatorul cel mai important
din întregul echipament electric al automobilului.

*Schimbarea stării tehnice a electromotorului în procesul de exploa-
tare.* Mediul în care lucrează electromotorul, solicitările electrice, termice
și mecanice, influențează starea tehnică a
acestuia, diminuînd siguranța lui de funcțio-
nare și favorizînd apariția unor serii de de-
fecțiuni.

Analizînd schema principală a sistemu-
lui de pornire (fig. 4.90) se pot localiza mai
precis punctele, sau piesele mai intens soli-
citate și deci mai susceptibile de a se defecta.

Uzura periiilor și colectorului sînt mai
reduse, ca urmare a duratei scurte de func-
ționare a electromotorului, însă după un
anumit timp, apare îmbîcsirea spațiului din-
tre lamele, cu cărbunele rezultat din uzura
periiilor, ceea ce provoacă scurtcircuitarea
colectorului.

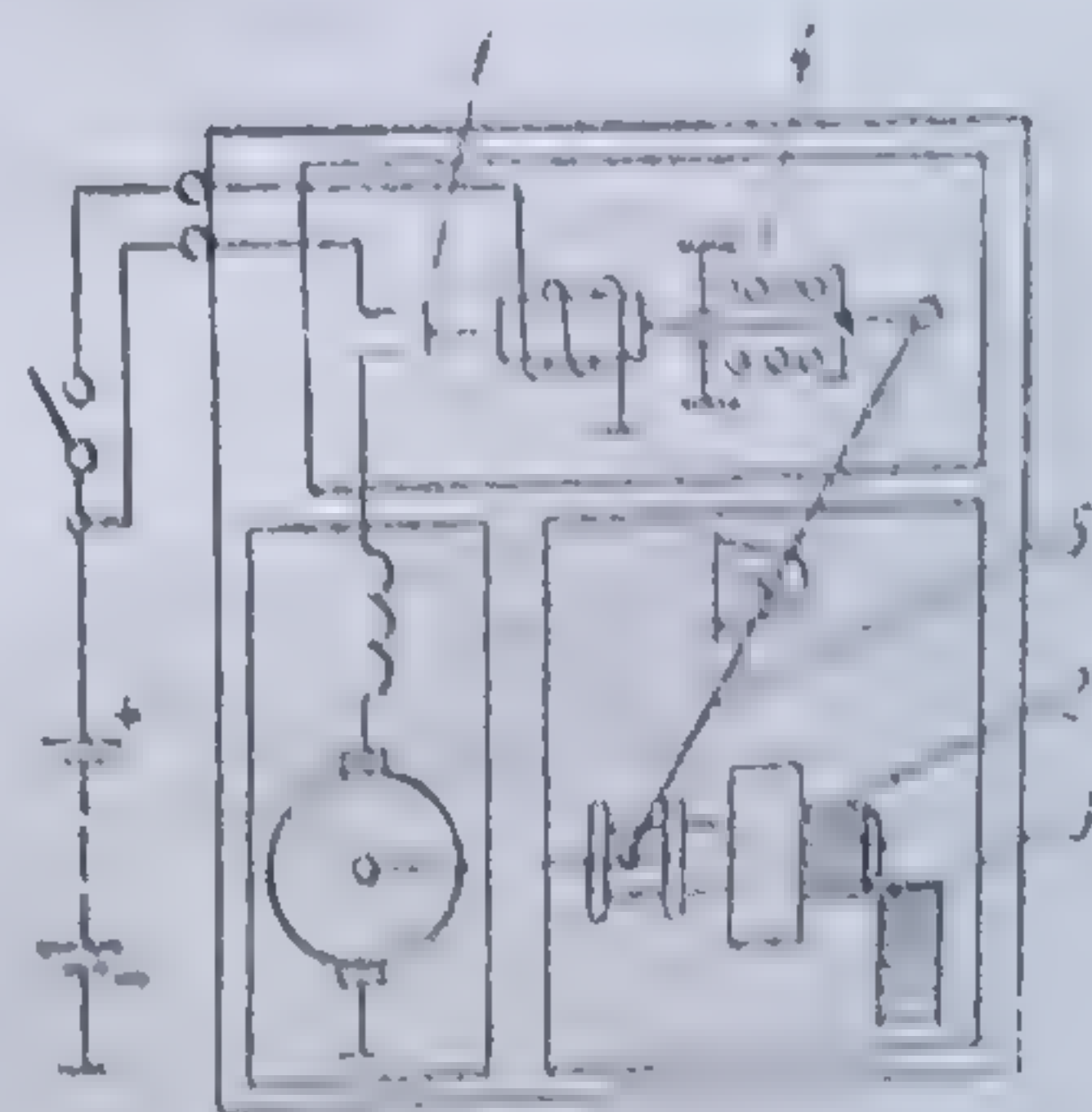


Fig. 4.90. Schema principală a sistemului de pornire.

Oxidarea sau arderea contactelor și discului releului de cuplare 1 are ca efect necuplarea angrenajelor 2 și 3 sau neacționarea arborelui motorului, chiar dacă se realizează angrenarea.

În cazul îmbîcsirii colectorului cu ulei, concomitent cu uzura periilor, sau slăbirea arcurilor periilor, electromotorul dezvoltă o putere redusă și arborele motor se rotește cu o turație redusă.

Modificarea caracteristicilor arcului 4, sau ruperea acestuia, nu mai decuplează pinioanele după pornirea motorului, ceea ce provoacă o distrugere rapidă a electromotorului.

Uzura danturii pinionului și coroanei, a pîrghiei 5, a mecanismului de cuplare, îngreunează pornirea motorului, cuplarea pinionului cu coroana volantului, prelungind durata de funcționare a electromotului și, prin urmare, uzura acestuia.

În urma vibrațiilor, a acțiunii corosive a uleiului, a solicitărilor îndelungate, uneori se produce scurtcircuitarea înfășurării rotorului, ca urmare a supraîncălzirii (scurtcircuitarea spirelor).

Uzura lagărelor rotorului provoacă descentrarea rotorului și colectorului, urmată de ruperea spirelor și distrugerea lamelelor colectorului.

Apariția unor zgomote puternice, care însoțesc, de cele mai multe ori, rotirea mecanismului de cuplare, se datoresc uzurii lagărelor rotorului (rotorul și pinionul de cuplare oscilează și lovesc coroana dințată a volantului).

Diagnosticarea stării tehnice a electromotului de pornire și operațiile de întreținere tehnică. Diagnosticarea electromotorului se face pe motor sau pe standuri speciale de încercare pe bază de măsurători ale curentului absorbit de acesta și tensiunea la borne în timpul pornirii (fig. 4.91) Încercarea în sarcină se poate face avînd grijă să e deconecteze legătura la bobina de inducție pentru evitarea pornirii motorului.

Dacă pentru tensiunea prescrisă curentul depășește valoarea admisibilă, este posibilă existența scurtcircuitelor sau a legăturilor accidentale la masă. În cazul în care curentul este prea mic, este posibil să fie uzat sau îmbîcsit colectorul, să fie insuficientă presiunea periilor de colector, să fie periile uzate excesiv.

La un curent egal cu de trei ori capacitatea bateriei de acumulatori, tensiunea fiecărui element nu trebuie să scadă sub 1,6 V (9,6 V la bateriile de 12 V).

Întregul circuit (de ducere și întoarcere prin masă) nu trebuie să ajungă la căderi de tensiune mai mari de 8% (1 V la bateriile de 12 V).

Încercările motorului electric de pornire, demontat, se fac folosind un stand special de încercare, prevăzut cu o baterie de acumulatori de aceeași tensiune și capacitate ca cea folosită pe autovehicul și care trebuie să fie complet încărcată.

Pe stand se efectuează încercări la funcționarea în gol, în scurtcircuit, în sarcină și la supraturajii.

Încercarea în gol a motorului electric de pornire, urmărește măsu-

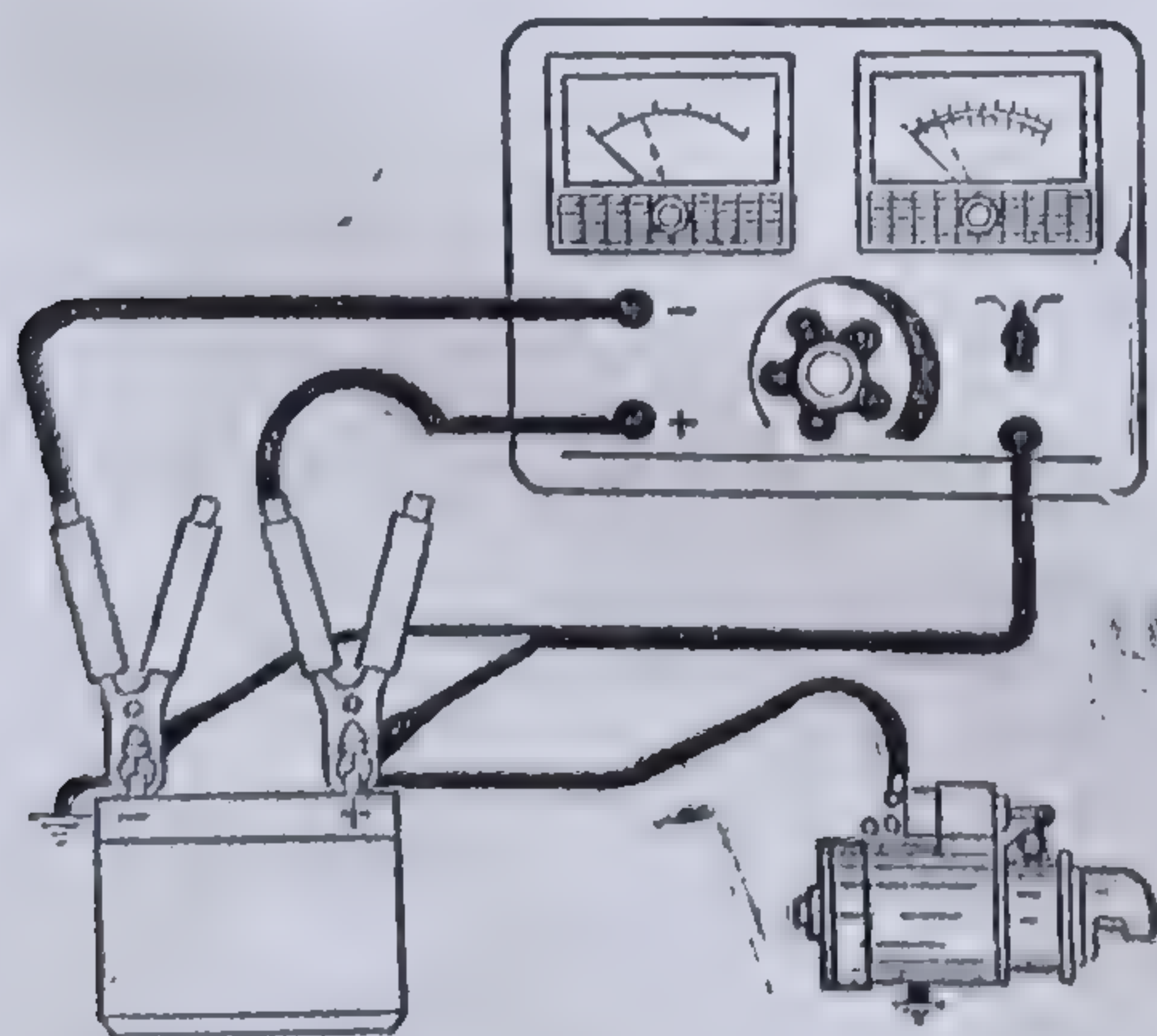


Fig. 4.91. Schema conexiunilor pentru diagnosticarea electromotorului de pornire.

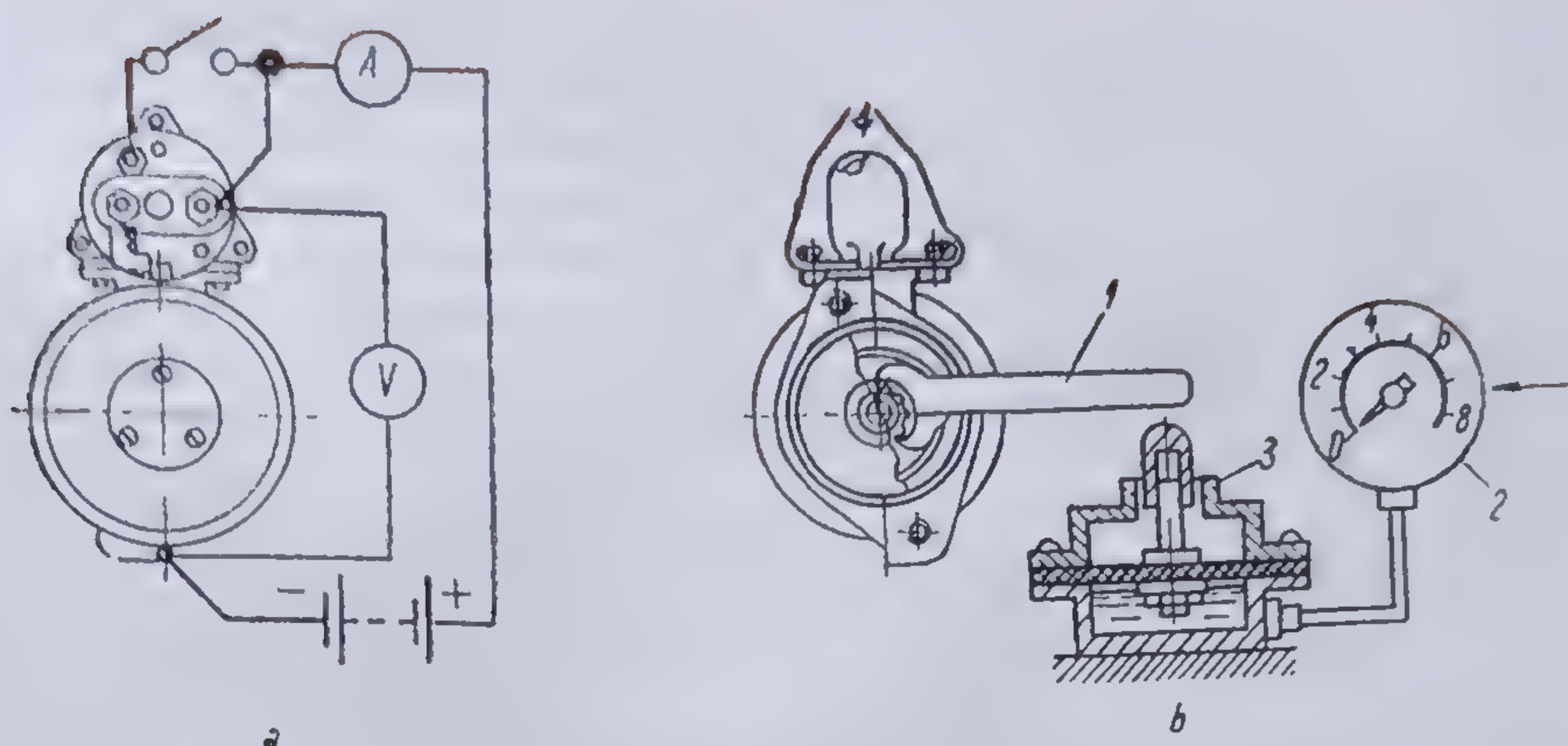


Fig. 4.92. Schema circuitului pentru încercarea în gol al electromotorului.

rarea curentului absorbit, a tensiunii la bornele bateriei de acumulatori și la bornele motorului electric de pornire și a turației de mers în gol (fig. 4.92) prin punerea în funcție a demarorului, circa 30 s. Se compară datele citite cu cele indicate pentru fiecare tip de demaror.

Curentul absorbit, în funcție de tipul demarorului, trebuie să fie cuprins între 35 și 130 A, turațiile între 3 800—5 000 rot/min, iar tensiunile între 12 sau 24 V.

În timpul acestei încercări, se verifică apariția scînteilor la colector, nivelul zgomotului, avînd în vedere că frecările mari din lagărele rotorului, determină micșorarea turației și creșterea curentului absorbit. Dacă curentul absorbit și turația, la această încercare, sînt mici, este un indiciu că nu există un contact satisfăcător între perii și colector, sau colectorul este murdar. Turația mică și curentul de intensitate mare, duce la concluzia unui scurtcircuit la înfășurarea de excitație, sau montarea greșită a periilor.

Încercarea în scurtcircuit urmărește măsurarea cuplului de pornire, a curentului și tensiunii la bornele electromotorului. Pentru puterile nominale ale demaroarelor cuprinse între 0,32 și 3,2 kW curentul are valori de la 500 la 1 360 A, iar cuplul dezvoltat între 1,2 și 9,5 daN. Pentru realizarea încercării se introduce pe pinionul rotorului pîrghia de blocare 1 (v. fig. 4.92) al cărei capăt liber acționează traductorul 3, citirile de cuplu făcîndu-se pe indicatorul 2.

Măsurările au durate de 4—5 s, pentru a se evita sprîncălzirile conductoarelor, iar între încercări se fac pauze de cel puțin 1 min, pentru a permite revenirea bateriei după aceste intense solicitări.

În urma măsurărilor se pot trage următoarele concluzii:

— dacă curentul absorbit este mai mare, iar cuplul este apropiat de cel normal, pot exista scurtcircuite în înfășurarea de excitație sau în înfășurarea rotorului;

— un curent mare și cuplu mic, indică un scurtcircuit total;

— un curent mic și un cuplu mic indică existența unei rezistențe în circuit (contacte murdare, oxidate, legături greșite etc.);

— un curent normal și un cuplu mic indică un defect mecanic (înțepenire la rulmenți, întrefieruri prea mari etc.).

Încercarea în sarcină se face cu un montaj asemănător cu cel prezentat în figura 4.92, încă cu frînare parțială (rotorul se poate roti). Regi-

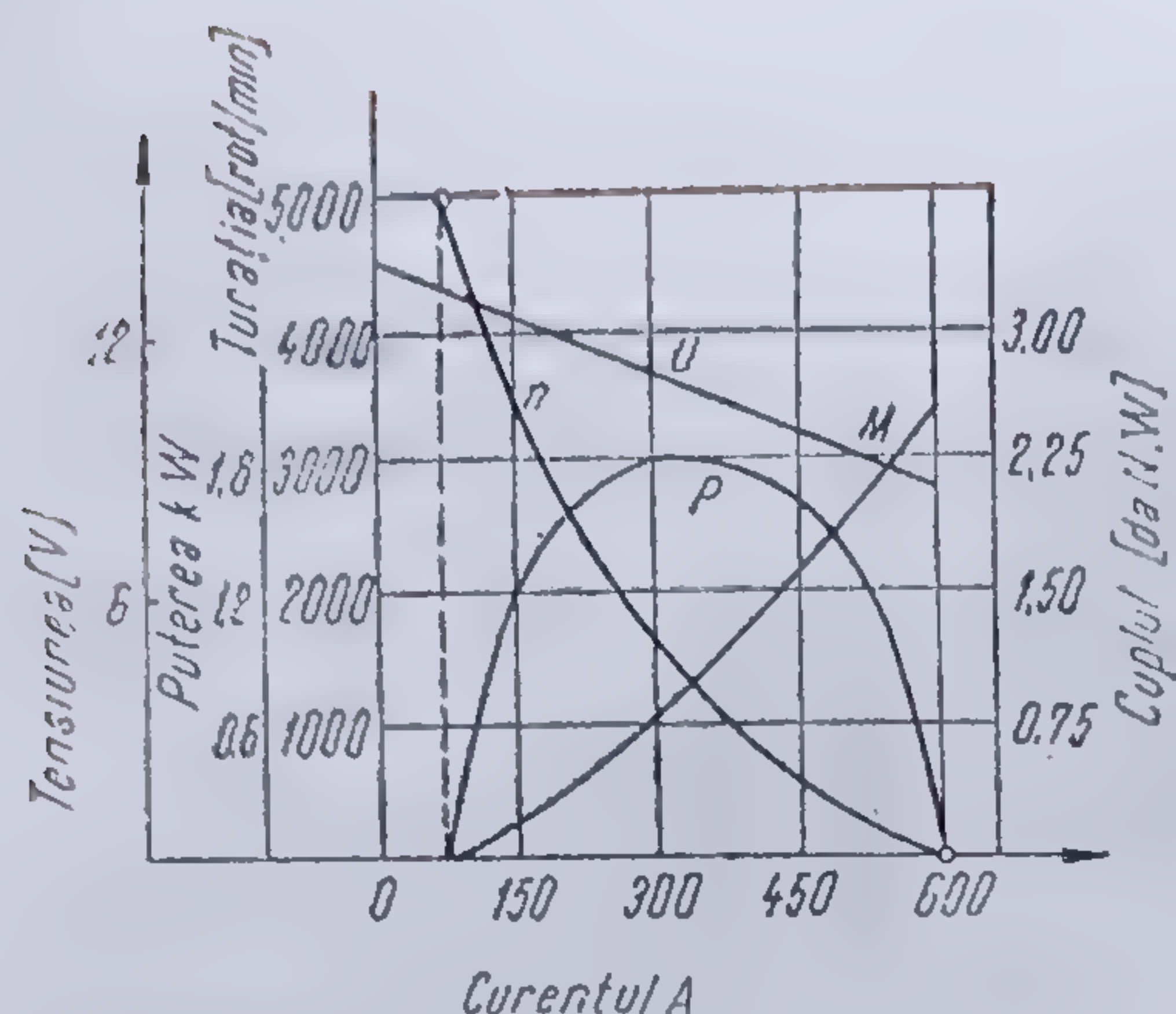


Fig. 4.93. Caracteristicile electromotorului de pornire :

M — cuplul ; P — puterea ; n — turația ; U — tensiunea de alimentare.

mul de frinare merge descrescând, pornindu-se de la frinarea totală. Încercările nu trebuie să dureze mai mult de 4—5 s. Pentru trasa-rea caracteristicii de sarcină se măsoară curentul absorbit, tensiunea de alimentare, turația și cu- plul (fig. 4.93).

Puterea se calculează cu re- lația cunoscută :

$$P = \frac{M \cdot n}{900} \text{ [kW]}$$

iar randamentul cu :

$$\eta = \frac{736 \cdot P}{U \cdot I} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Încercarea la suprasaturație verifică rezistența mecanică a rotoarelor rebobinate. Turația de încercare este de 1,5—1,8 ori mai mare ca turația de merș în gol. Încercarea motorului la suprasaturație nu trebuie să depășească 1 min.

Operațiile de întreținere tehnică ale sistemelor electrice de pornire sînt date în tabelul 4.20.

Tabelul 4.20

Lucrări de întreținere, control și revizie la sistemele de pornire ale autovehiculelor DACIA, ARO, ROMAN

Nr. crt.	Felul lucrării	Operația	Periodicitatea [km]			Condiții tehnice
			DACIA	ARO	ROMAN	
1	Întreținere	Curățirea și ungerea dinților pinionului și coroa- nei volanului	7 500— 10 000	7 500— 10 000	7 500— 10 000	Curățirea cu benzină. Unge- rea cu unsoare UI70/NID 3390—65
		Curățirea și verificarea contactelor, bornelor și conductoarelor de legă- tură	7 500— 10 000	7 500— 10 000	7 500— 10 000	—
		Curățirea de praf de cărbune a perilor, portperil- lor și colectorului	7 500— 10 000	7 500— 10 000	7 500— 10 000	—
2	Control	Verificarea presiunii perilor pe colector	40— 50 000	40— 50 000	40— 50 000	0,900 daN/cm ² de suprafață
		Verificarea uzurii perilor	40— 50 000	40— 50 000	40— 50 000	Minimum 7 mm înălțime
		Verificarea bății radiale a rotorului	40— 50 000	40— 50 000	40— 50 000	Maximum 0,07 mm
		Verificarea uzurii colectorului	40— 50 000	40— 50 000	40— 50 000	Maximum 1 mm pe diametru
3	Revizie	Reglarea mecanismului de cuplare. Verificarea contactelor de alimentare	50— 70 000	50— 70 000	50— 70 000	—

Întreținerea tehnică a sistemului de aprindere. Echipamentul de aprindere de la bateria de acumulare și de la generatorul de curent are în componența sa, așa cum se prezintă în figura 4.94, elemente de a căror durabilitate și siguranță în funcționare, depinde de fapt, siguranța și fiabilitatea motoarelor, realizarea de către acestea a parametrilor de dinamicitate și economicitate.

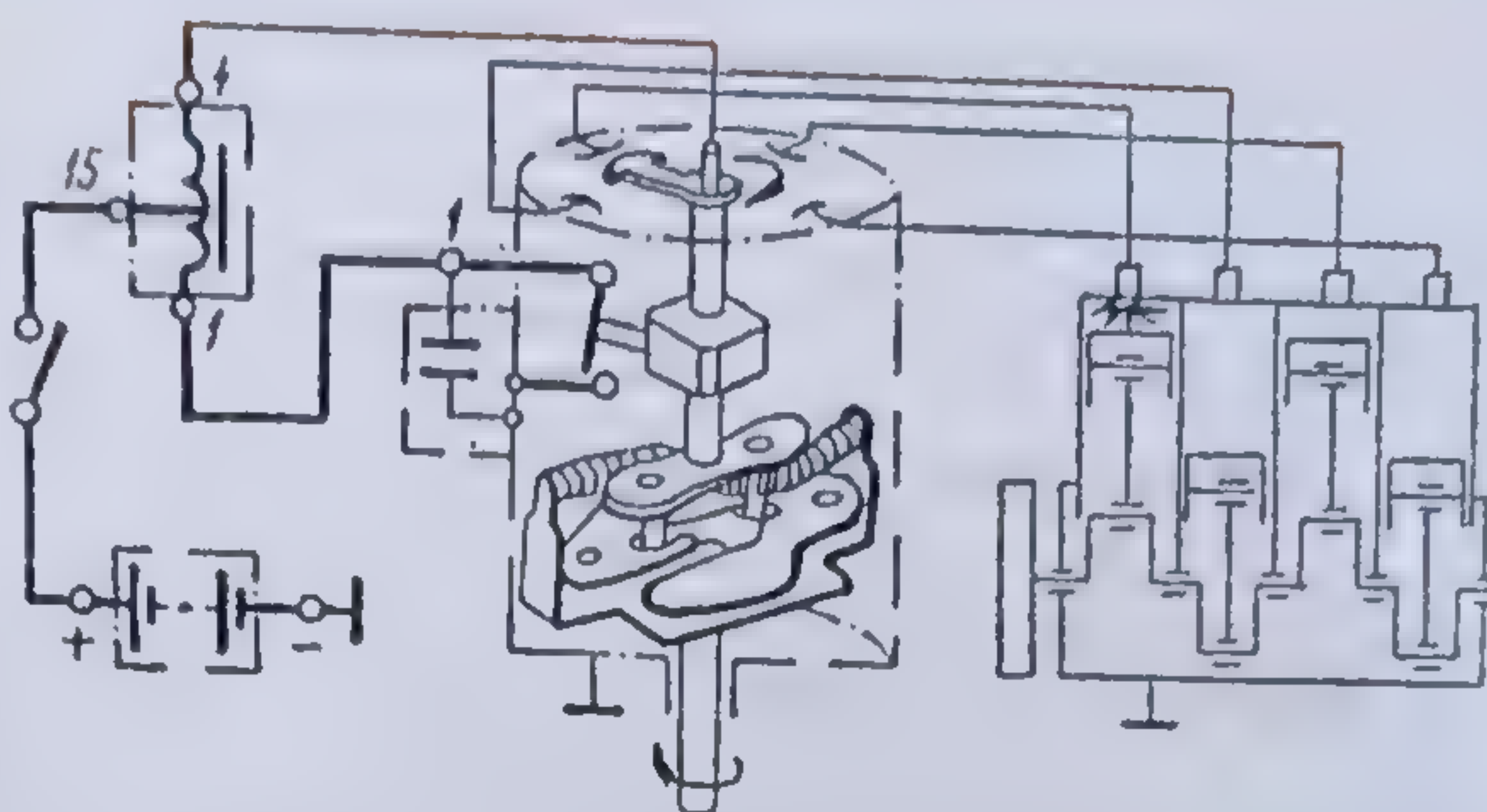


Fig. 4.94. Schema principală a sistemului de aprindere de la baterie.

Modernizările echipamentului de aprindere cu elemente electronice, nu diminuează interesul și importanța cunoașterii problematicei de exploatare a echipamentului clasic care echipează cea mai mare parte a motoarelor cu carburator.

Schimbarea stării tehnice a echipamentului de aprindere în procesul de exploatare. Majoritatea elementelor componente ale sistemului de aprindere sînt solicitate intens din punct de vedere electric, termic și mecanic, în timpul funcționării motorului în exploatare, astfel încît este necesar să se cunoască, în mod sistematic, sensul și cauza modificării stării tehnice, ceea ce indică și modul de reglaj și în general întreținerea tehnică necesară. Urmărind schema prezentată în figura 4.94, în cele ce urmează se sintetizează principalele elemente ale sistemului, modificările de stare tehnică dominante.

— *Bobina de inducție* — așa cum este numit uzual *autotransformatorul ridicător de tensiune*, prezintă o serie de modificări de performanță sau defecțiuni, în perioada exploatării sale. Scurtcircuitarea înfășurării primare sau secundare, apare la supraîncălziri ce depășesc 120°C la nivelul izolației, fie ca urmare a scurgerii parțiale a lichidului de răcire, fie a închiderii pe timp mai îndelungat a circuitului de la cheia de contact fără a funcționa motorul și cu contactele ruptorului distribuitor, întimplător închise. În cazul ruperii unuia din conductoarele bobinei, sau a străpungerii capacului izolant al bobinei, funcționarea echipamentului este întreruptă sau aprinderea devine neregulată. Încărcarea cu impurități a capacului izolant al bobinei de inducție permite descărcări întimplătoare, ceea ce perturbă regularitatea aprinderii la turații mari.

Carbonizarea se produce prin arderea locală a materialului din care este confecționat capacul bobinei, în urma scurtcircuitelor generate, în cazul cînd conductorul electric de înaltă tensiune joacă în locașul din capacul bobinei. Cînd carbonizarea ajunge mai mare decît capul unui ac cu gămălie, curentul de înaltă tensiune este absorbit parțial, iar motorul funcționează neuniform sau se oprește, deoarece scînteile la electrozii bujiilor sînt slabe.

— *Condensatorul* — după o anumită perloadă de funcționare, se scurtcircuitază, sau i se degradează izolația. În ambele cazuri efectele constau din aprinderi neregulate, sau complet întrerupte.

— *Contactele ruptorului distribuitor* — unele din cele mai solicitate elemente, au distanța normală de deschidere cuprinsă între 0,35—0,45 mm. În timpul exploatării această distanță se modifică ca urmare a transportului de material de la contactul pozitiv la cel negativ (fig. 4.95).

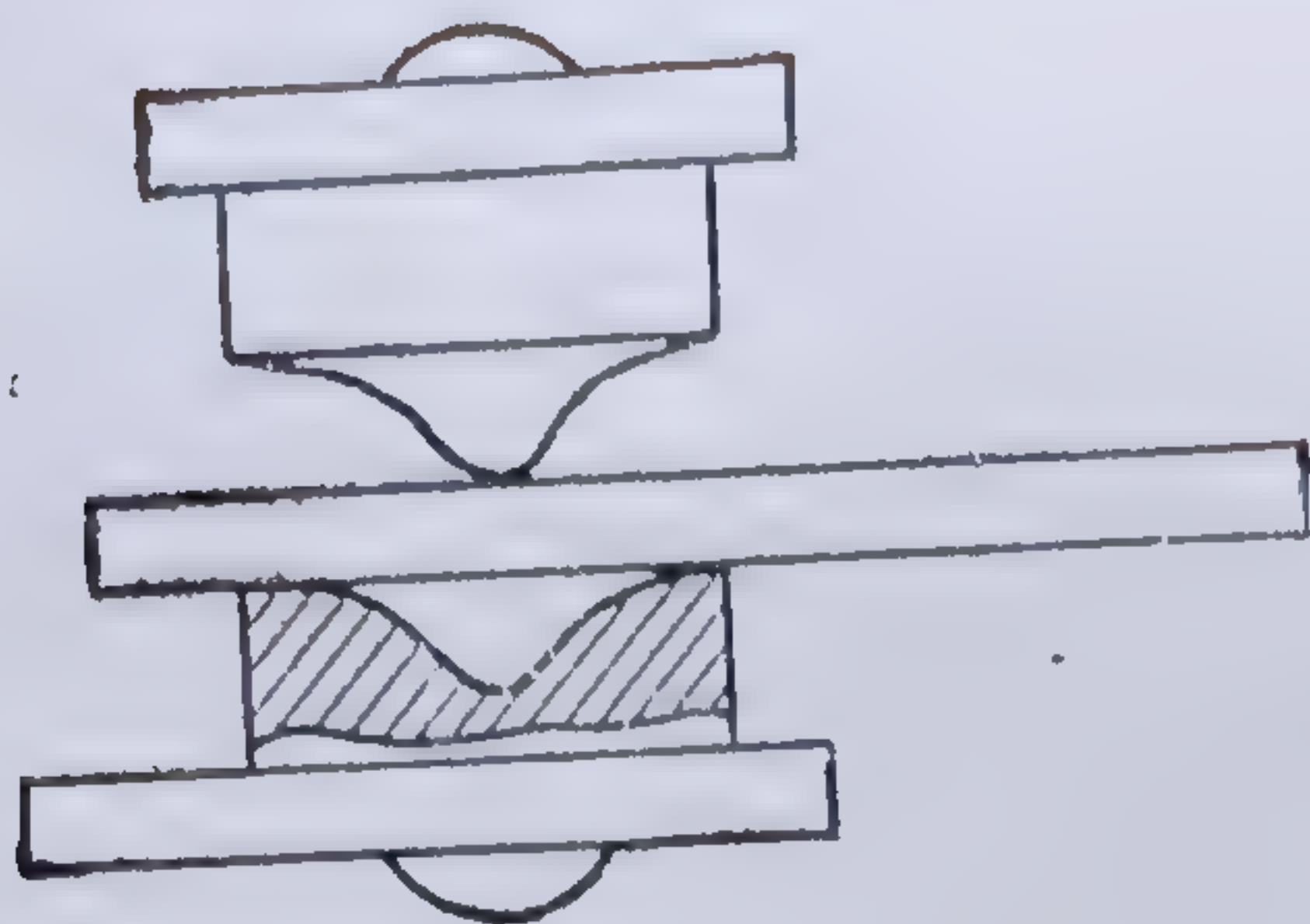


Fig. 4.95. Electroeroziunea contactelor ruptorului distribuitor.



Fig. 4.96. Uzura contactelor ruptorului distribuitor.

Această modificare, a suprafeței contactelor, dă naștere la erori în cazul măsurării cu lama calibrată. La micșorarea distanței între contacte, oxidarea lor se intensifică, ca și la închiderea contactelor numai pe o porțiune din suprafață (cînd nu calcă paralel, fig. 4.96).

Alte cauze care provoacă oxidarea contactelor sînt: urmele de ulei pe suprafețele contactului, existența gazelor provenite din carter pe lîngă axul distribuitorului, mărirea tensiunii bateriei de acumulate, ca urmare a supraîncărcării sale în cazul defectării regulatorului de tensiune, folosirea unui condensator cu o capacitate mai mare sau mai mică decît cea indicată.

Contactul defectuos al suprafețelor se poate datora, în afara unor cauze subiective (montaj greșit, șlefuire neparalelă etc.), și uzurii bucsei lagărului contactului mobil.

Forța excesivă a arcului contactului mobil, uzează mai repede pragul din textolit sau fibră al acestuia, ceea ce modifică distanța la deschiderea contactelor. Pe de altă parte, detensionarea arcului contactului, generează întreruperi în funcționarea aprinderii.

— *Cama ruptorului distribuitor* — în urma exploatării este supus uzurii. Uzura suprafețelor de lucru ale camei provoacă modificări ale valorii unghiurilor de închidere respectiv de deschidere al contactelor (fig. 4.97).

În urma uzurii, se micșorează unghiul de contact închis α , și se mărește unghiul de deschidere al contactelor α_{ny} (unghiurile inițiale devin α'_{ny} și α'_x). Aceasta modifică parametrii curentului primar și a ten-

siei secundare, determinînd în cele din urmă, modificările avansului la aprindere și ale energiei descărcării la nivelul electrozilor bujiei.

Uzura lagărelor axului ruptorului, precum și a bucsei camei, determină o permanentă modificare a unghiului de avans la aprindere, necontrolată de sistemele de reglare comandată a avansului.

— *Reglatoarele de a-*

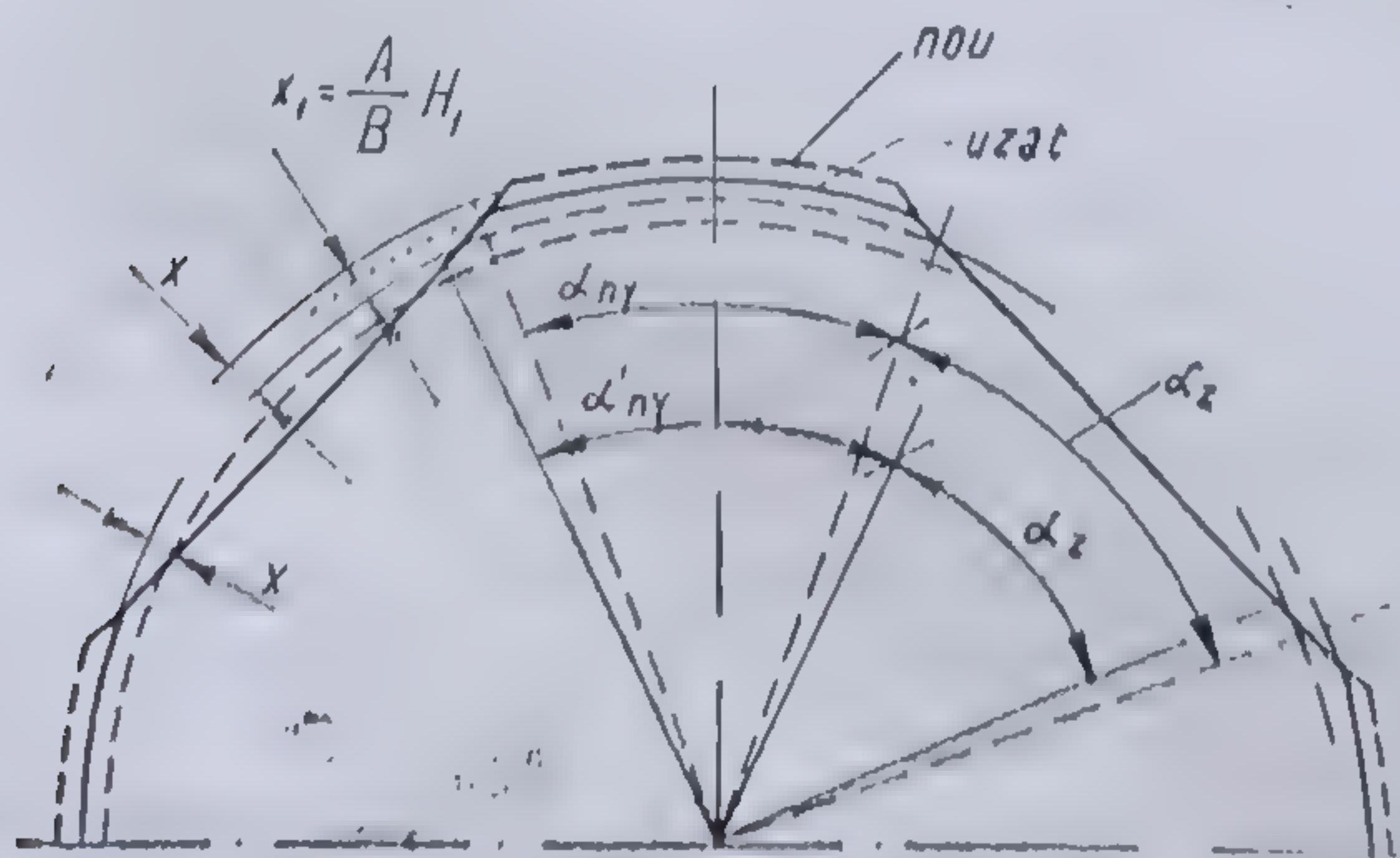


Fig. 4.97. Modificarea unghiurilor camel ruptorului distribuitor.

vans — își modifică caracteristicile ca urmare a uzurii articulațiilor și detensionării arcurilor, în cazul sistemului de avans centrifugal, și spargerea membranei sau a furtunului de depresiune, în cazul sistemului de avans vacuumatic.

— *Distribuitorul* — prezintă în procesul de exploatare mai multe forme de defecțiuni și anume: străpungerea rotorului ca urmare a unor manevrări neatențe sau în urma unei funcționări îndelungate, fisurări ale capacului distribuitorului, depunerea pe partea interioară a prafului de cărbune provenit de la uzura contactului fișei centrale.

Aceste defecțiuni produc fie oprirea motorului, fie o funcționare neuniformă a sa, cu diminuarea puterii și creșterii consumului de combustibil.

Scînteile care se formează în spațiul de sub capacul distribuitorului produc substanțe oxidante care sînt eliminate prin orificii de ventilație practicate în capac. Astuparea acestora cu impurități accelerează oxidarea ploturilor care fac legătură cu bujiile.

— *Izolația conductoarelor* — atît din circuitul primar cît și a celor din circuitul de înaltă tensiune, este supusă uzurilor, ca urmare a frecărilor ce apar în timpul funcționării motorului și solicitărilor termice. Străpungerea izolației la conductoarele de înaltă tensiune, fie că este vorba de legătura bobină — distribuitor sau fișele bujiilor, determină funcționarea anormală a motorului, manifestată prin neuniformitatea turației, scăderea puterii, scoaterea parțială din funcțiune a cilindrilor respectivi.

— *Bujiile* — intens solicitate termic, electric și mecanic au în general o durabilitate de 15 000 km. În acest interval de funcționare însă, apare o permanentă modificare a distanței între electrozii bujiei ca efect al electroeroziunii. Formarea unor punți între electrozi se datorează oxidilor de plumb și sulfatului de plumb, care la temperaturi înalte devin bune conducătoare de căldură formînd scurgeri în deviații.

Ancrasarea bujiilor este favorizată de funcționarea de lungă durată la sarcini parțiale și de defecțiuni ale sistemului de alimentare; (amestec bogat, prezența apei în benzină), uzura segmentilor care amplifică for- marea calaminei și cantitatea de ulei pătrunsă în camera de ardere, prezența tetraetilului de plumb, a apei de condensare, a prafului metalic produs ca urmare a uzurii pieselor motorului.

Fisurarea sau străpungerea izolatorului amplifică depunerile pe electrozi deoarece scînteia electrică nu aprinde amestecul și nu se ard depunerile de pe electrozi.

Diagnosticarea echipamentului electric de aprindere și operații de întreținere tehnică. Nivelul actual de dezvoltare și diversificare al construcției de autovehicule, precum și cerințele unei exploatare raționale, impune diagnosticarea de ansamblu a echipamentului de aprindere fără demontarea elementelor componente ale sistemului, procedeu care, pe lîngă avantajul reducerii timpului de imobilizare al automobilelor, permite reverificarea sistemului după efectuarea reglajelor necesare, în condiții reale de funcționare. Aceasta nu exclude necesitatea unor testări individuale a diferitelor componente ale echipamentului electric de aprindere, mai ales în cazul reparațiilor și recondiționărilor, de exemplu al motoarelor electrice de pornire, alternatoarelor etc. În acest scop, se utilizează testere electronice, care reunesec, în structura lor, aparatura destinată verificărilor și măsurărilor instalației electrice de aprindere al motoarelor. Testerele electronice, care se folosesc în prezent

pe scară largă în stații de tip service, autobaze, stații de întreținere, au fost prezentate la subcapitolul 4.1.

— *Lucrările de întreținere tehnică* constau în controlul și întreținerea elementelor echipamentului de aprindere la anumite intervale de parcurs. Principalele lucrări de întreținere sînt:

— verificarea stării de fixare a bornelor bobinei de inducție și a stării tehnice la intervale de parcurs de 5 000 km;

— verificarea jocului radial al axului ruptorului la intervale de 5 000 km (jocul maxim admis este cuprins între 0,05—0,08 mm);

— verificarea stării contactelor ruptorului-distribuitoare și reglarea deschiderii maxime a contactelor. Suprafața contactelor se curăță de oxizi cu pila cu rizuri transversale și apoi se șterge cu cîrpă uscată și se suflă cu aer comprimat. Nu este indicată utilizarea hîrtiei abrazive, pentru a se evita pătrunderea particulelor abrazive la lagărele axului ruptorului distribuitor. Aceste operații sînt indicate a fi efectuate la intervale cuprinse între 4 000 și 5 000 km parcursi. Grosimea materialului special al contactelor nu trebuie să fie mai mică de 0,5 mm;

— ungerea pieselor în mișcare și îmbibarea cu ulei a pîslei pentru ungerea camei;

— curățirea capacului distribuitorului de apă, ulei, cărbune, praf, după fiecare spălare;

— controlul tuturor conductoarelor electrice precum și fixarea acestora este necesar a se face între 4 000—5 000 km parcursi;

— curățirea prin sablare a bujiilor și reglarea distanței între electrozi se impune la intervale de 3 000 km dacă parcursul s-a efectuat mai mult în localități și 5 000—7 000 km în cazul în care parcursul, în cea mai mare parte, a fost efectuat în afara localităților.

— testarea funcțională a întregului echipament de aprindere este necesară la intervale de parcurs de 5 000 km, însă reglarea avansului la aprindere este necesară ori de cîte ori se intervine la contactele ruptorului distribuitor sau la mecanismul de avans.

Întreținerea tehnică a echipamentului de iluminat. Sistemul de iluminare al automobilelor corespunde ca număr și ordonare, regulamentelor de circulație. Înălțimea de la sol, cotele de instalare, în general, sînt indicate în normele generale de siguranță a circulației, pe plan internațional.

Principalele dispozitive de iluminare exterioară ale automobilelor sînt: farurile cu lumină de depărtare, farurile cu lumină de apropiere (întîlnire), iluminarea numărului de înmatriculare, luminile de poziție (spate și față), farul de mers înapoi.

Din punctul de vedere al concepției constructive al sistemelor de iluminare exterioare, s-au dezvoltat două sisteme:

— sistemul de iluminare cu două faruri combinate, pentru iluminarea de apropiere și depărtare, avînd becuri combinate cu două filamente de 35/35 W. Acestuia i se mai spune și sistemul de iluminare european;

— sistemul care utilizează patru faruri pentru lumina de depărtare, dintre care numai două servesc pentru iluminatul de întîlnire. Ca sursă de lumină se utilizează becul far (sistemul american).

Schimbarea stării tehnice a sistemului de iluminare în procesul de exploatare se referă la calitatea reflectorului 1 (fig. 4.98), a modificării stării dispersorului 2, a becurilor 3 și a sistemului de reglare 4.

Modificările de stare tehnică și defectiunile care apar în procesul de exploatare, la elementele farului, au ca efect reducerea intensității de iluminare, creșterea difuziei, incorectitudinea iluminării.

Dispersorul își pierde cu timpul calitatea de transparență, mai ales în urma acțiunii razelor ultraviolete. Acesta poate absorbi o mare parte din razele de lumină emise de far. Sticla dispersorului, ca urmare a agenților externi sau accidental, prezintă microfisuri, zgîrieturi în care pătrunzînd praful și umezeala, distorsionează fasciculul luminos.

Reflectoarele, în timp, își readuc gradul de reflexie prin loviri și deformări, oxidare, deteriorare a stratului de reflexie. Gradul de reflexie al reflectoarelor argintate și lustruite mecanic este de 0,93, iar a aluminiului lustruit mecanic, este de 0,6—0,7. Aceste grade de reflexie se diminuează la jumătate dacă apare oxidarea sau deformarea stratului de reflexie.

Ca urmare a deteriorărilor dispersorului și al reflectoarelor scade distanța de iluminare. Aceasta trebuie să asigure circa 2 lx și se determină cu relația:

$$L = \sqrt{\frac{\pi}{4} B (D^2 - d^2)}$$

în care:

- L este distanța de iluminare, în m;
- B — strălucirea sursei de lumină, în cd;
- d — diametrul duliei becului, în cm.

Pentru un reflector în stare bună L ajunge la valori de 200—210 m. Odată cu oxidarea parțială a reflectorului farului, L scade la 80—100 m.

Întunecarea oglinzilor de reflector, care sînt argintate, se produce ca urmare a acțiunii hidrogenului sulfurat și a sulfurii din atmosfera înconjurătoare.

Becurile sînt organe supuse unor solicitări termice și mecanice importante, motiv pentru care au o durabilitate relativ redusă. Datorită temperaturilor ridicate, materialul filamentului se evaporă și se depune pe balonul de sticlă îngrindu-l. Gazele inerte din interior au rolul de a micșora viteza de evaporare. Cu toate acestea, durata de funcționare a unui bec clasic este de 100—120 h.

Durata de funcționare a becurilor se micșorează în cazul creșterii tensiunii curentului, în situația defectării regulatorului de tensiune de exemplu.

În procesul de exploatare se produce oxidarea contactelor 5 (fig. 4.98) și deci slăbirea legăturilor electrice, a șuruburilor de reglare 4, care duce la poziție greșită și deci iluminare incorectă.

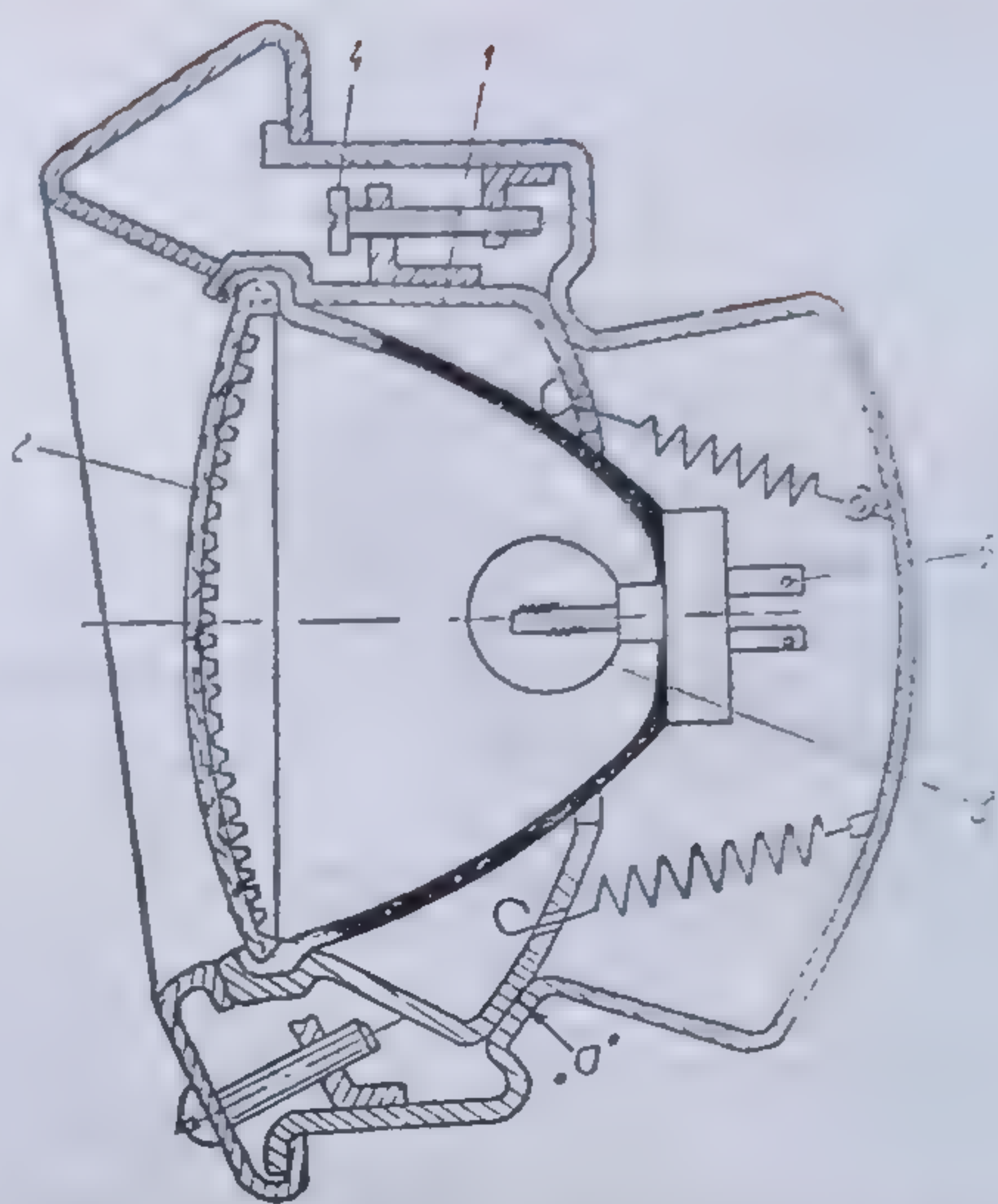


Fig. 4.98. Elementele constructive ale farului.

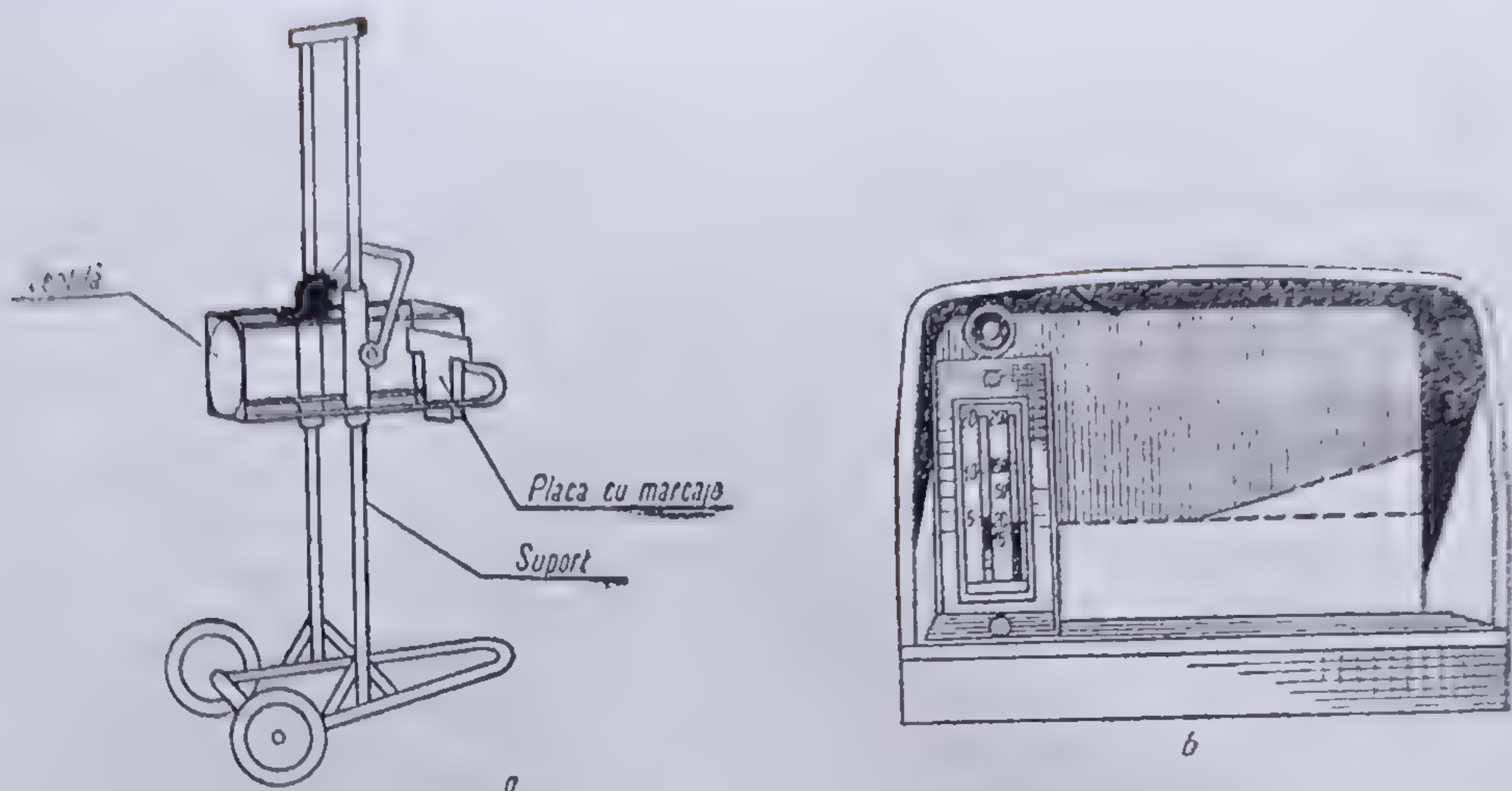


Fig. 4.99. Regloscopul :
a — aparatul ; b — imaginea recepționată pe ecranul regloscopului.

La lămpile de poziție, de iluminat numărul de înmărticulare, cele mai frecvente defecțiuni constau din întreruperea filamentului becurilor (arderea becurilor), slăbirea și oxidarea legăturilor.

Diagnosticarea stării tehnice a instalației de iluminare se efectuează fie prin proiecția pe un ecran a luminii farurilor, fie prin utilizarea unor aparate speciale, cu ajutorul ambelor metode urmărindu-se reglarea corectă a poziției farurilor, în concordanță cu normele internaționale de securitate rutieră.

Utilizarea aparatelor specializate pentru reglarea farurilor — regloscoapele — are avantajul de a putea executa reglarea la lumina zilei, cu o manoperă simplă, fără măsurări și trasaje, nefiind necesară o platformă orizontală cu suprafața mare.

Regloscopul (fig. 4.99, a) se așază la o distanță de 25—30 cm de dispersorul farului. Limita superioară a imaginii micșorate a zonei luminoase a farului, în cazul unui reglaj corespunzător, va urmări axele marcate pe ecran (fig. 4.99, b).

Cu ajutorul luxmetrului se poate măsura și intensitatea luminoasă, celula fotoelectrică aflându-se în centrul zonei luminoase a fazei lungi a farului.

Operațiile de întreținere tehnică constau din reglări periodice a pozițiilor farurilor, controlul stării de uzură al reflectoarelor, dispersoarelor, becurilor, starea contactelor electrice.

Ștergerea reflectoarelor argintate se face numai radial dinspre bec spre margini, pentru evitarea desprinderii stratului. Dacă dispăre luciul se poate curăța cu piele naturală de căprioară.

Reflectoarele de aluminiu fiind foarte sensibile la ulei și vapori de grăsime, nu este recomandabil a fi atinse cu degetele și de aceea ștergerea trebuie făcută cu o pensulă fină. Reflectoarele nichelate se șterg cu negru de fum dizolvat în alcool, cu o cârpă curată, sau cu piele de căprioară.

Se controlează periodic tensiunea de funcționare a becurilor de care depinde durabilitatea, puterea și eficacitatea luminoasă a acestora.

Corpul farului trebuie să fie bine fixat, având în vedere vibrațiile care apar în timpul deplasării.

4.4. ÎNTREȚINEREA TEHNICĂ A TRANSMISIEI AUTOVEHICULELOR

Schimbarea stării tehnice în procesul de exploatare și elementele cele mai solicitate. Siguranța în funcționare a agregatelor transmisiei este condiționată de calitatea materialelor, de calitatea execuției și montajul pieselor, precum și de executarea la timp și corect a lucrărilor de întreținere tehnică.

Condițiile de funcționare ale transmisiei depind de o serie de factori printre care cei mai importanți sînt:

- tipul motorului și dinamica regimului de sarcină;
- oscilațiile transmisiei, imprimate de regimul de mișcare al automobilului;
- calitatea lubrifiantului din agregatele transmisiei;
- condițiile de drum.

Tipul motorului influențează în mare măsură regimul de sarcină al agregatelor transmisiei. Cercetările în acest domeniu au demonstrat că probabilitatea de a se ajunge în condiții de funcționare la rezonanță a transmisiilor, în cazul automobilelor echipate cu motoare diesel, este mai mare ca în cazul motoarelor cu carburator (fig. 4.100). Evaluarea influenței funcționării comparative a transmisiilor cu motor diesel și cu carburator, asupra solicitării transmisiei, se poate face analizând amplitudinea oscilațiilor momentului de torsiune în diferitele elemente ale transmisiei.

Organele transmisiei automobilelor cu motoare diesel (arborele primar al cutiei de viteze, axul cardanic și puntea din spate) sînt mult mai intens solicitate decît în cazul automobilelor cu motoare cu carburator.

Gradul de intensificare al sarcinii dinamice ciclice (moment), la autovehiculele grele echipate cu motoare diesel, în organele transmisiei, la ac-

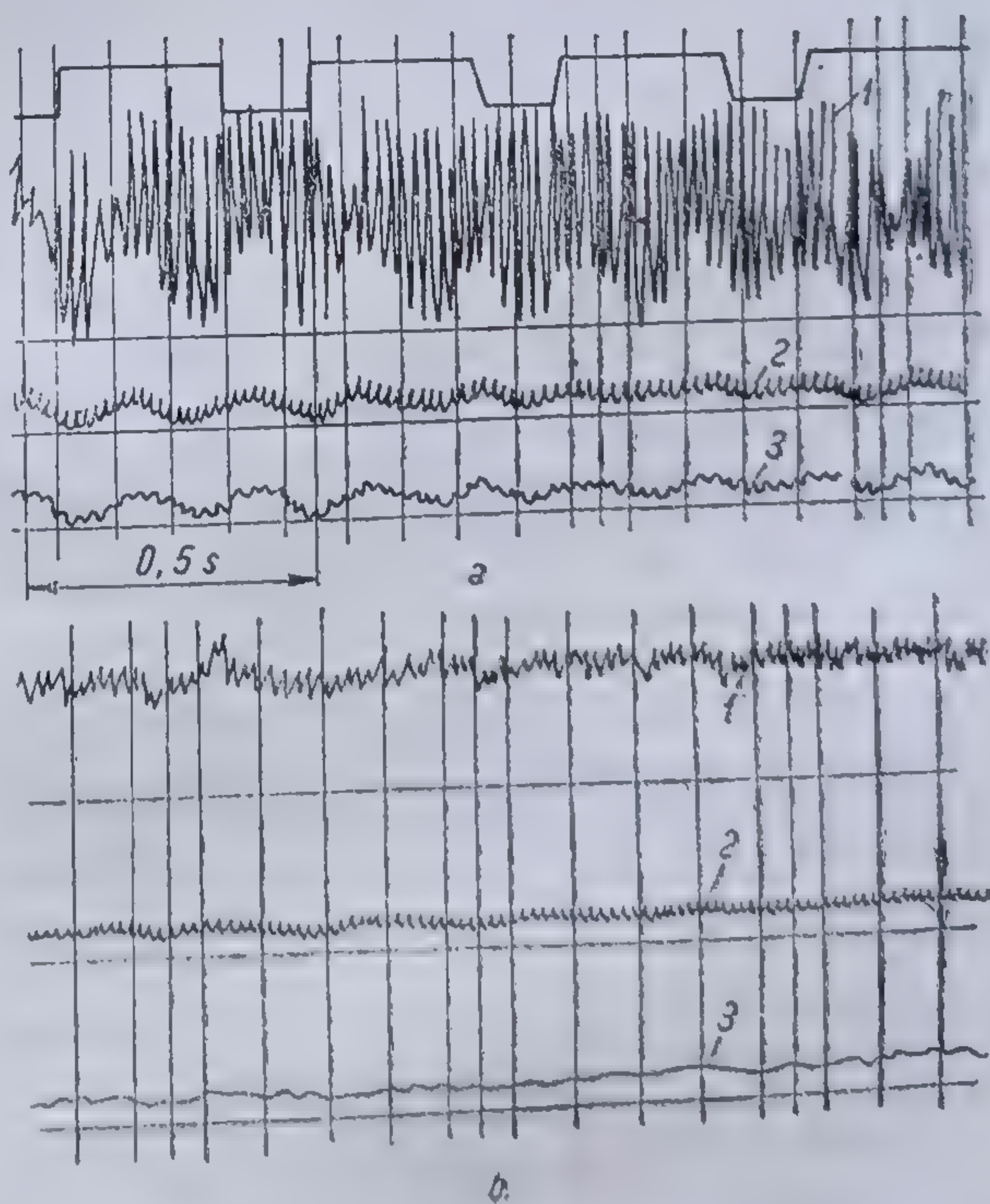


Fig. 4.100. Oscilațiile momentului transmis :
a — în cazul motoarelor diesel; b — în cazul m.s.s. la: 1 — arborele primar al cutiei de viteze; 2 — ax cardanic; 3 — puntea din spate.

accelerare în treapta a IV-a de viteză, este 1,75 ori în arborele primar al cutiei de viteze, de 1,3 ori în transmisia cardanică (în raport cu valoarea medie a momentului transmis). Aceste intensificări ale încărcării aceluiași elemente de transmisie, la automobilele echipate cu motor cu carburator (în cazul accelerării), este neînsemnată.

Intensificarea eforturilor în agregatele transmisiei este condiționată și de modul în care se efectuează pornirea de pe loc. La porniri bruște (timp scurt de cuplare a ambreiajului), eforturile din piesele transmisiei depășesc de câteva ori sarcinile care apar în condiții normale de solicitare. Aplicarea bruscă a sarcinilor generează eforturi dinamice a căror amplitudine este de 4—5 ori mai mare ca valorile medii. Acest fenomen are ca efect ruperea dinților angrenajelor, a arborilor, torsionarea arborilor.

— *Oscilațiile transmisiei* imprimare de deplasarea automobilului, determină apariția de vibrații, neuniformități cinematice în transmisia cardanică, slăbiri ale legăturilor de fixare a agregatelor și dintre agregate.

Se constată că frecvența oscilațiilor de încovoiere, ale cutiei de viteze, axului cardanic ale punții motoare, sînt cuprinse în mare parte între 20—210 Hz (fig. 4.101). Controlul punctelor de fixare al agregatelor de transmisie de șasiul sau caroseria autovehiculelor, precum și a punctelor de legătură între acestea, este de o importanță majoră, în scopul prevenirii creșterii frecvenței oscilațiilor, a evitării apariției rezonanței.

Oscilațiile agregatelor transmisiei pot fi amplificate și de funcționarea neuniformă a transmisiei cardanice, ca urmare a montajului greșit, a uzurii canelurilor și crucilor cardanice, a dezechilibrării acestora.

— *Calitatea lubrifianților* utilizați în agregatele transmisiei influențează în mare măsură siguranța în funcționare și starea tehnică a pieselor componente ale cutiei de viteze, cutiei de distribuție și punții motoare.

Uzura elementelor transmisiei este strîns legată de calitățile de lubrifiere ale uleiurilor, de gradul lor de încălzire în timpul funcționării agregatelor.

În mod normal, ca urmare a sarcinilor transmise, uleiurile din agregatele transmisiei se încălzesc, ajungînd la temperaturi de 75...90°C. Modul de încălzire al uleiului în cutia de viteze a unui camion, la deplasarea pe drumuri de diferite calități, este reprezentat în figura 4.102.

În cazul diferențialului, regimul de patinare al roților creează o creștere rapidă a temperaturii uleiului, prin încălzirea de la suprafețele în

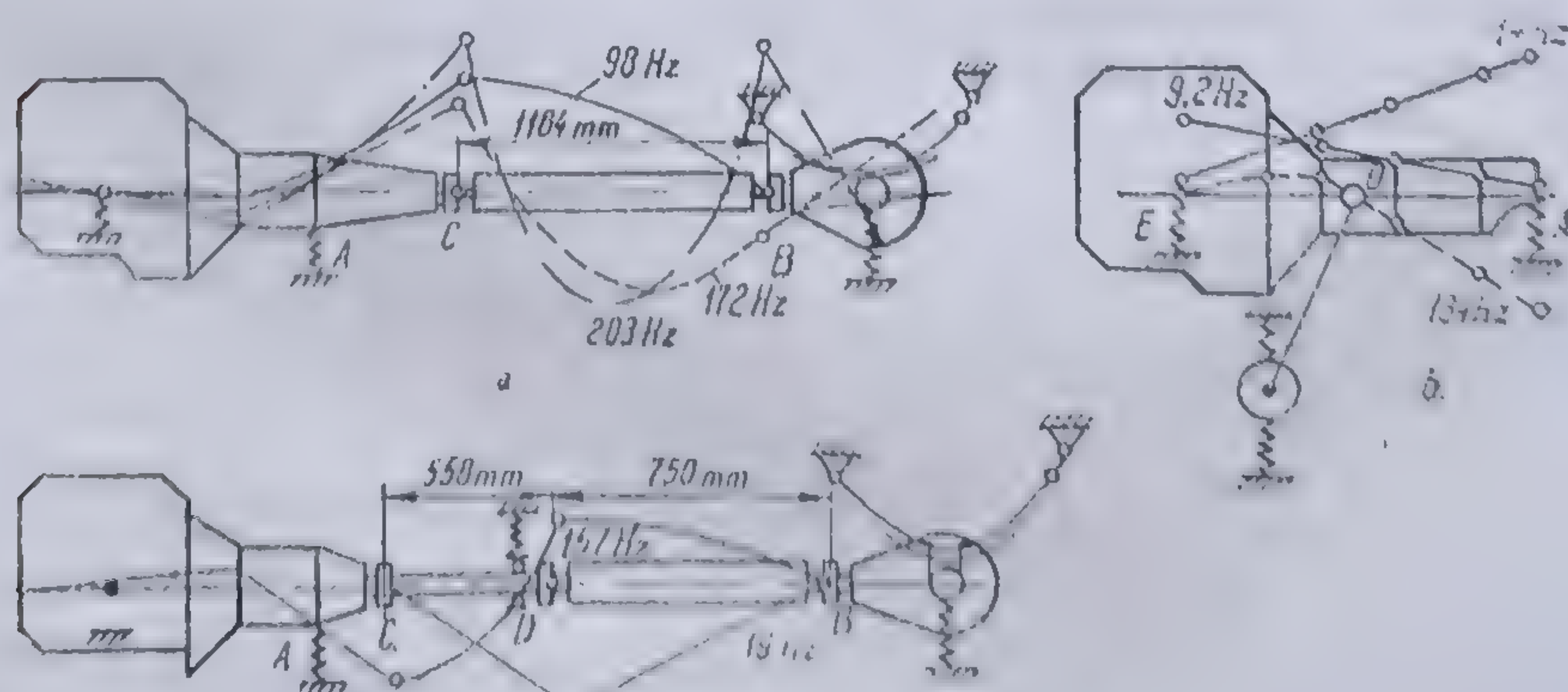


Fig. 4.101. Oscilațiile agregatelor transmisiei imprimare de deplasarea automobilului.

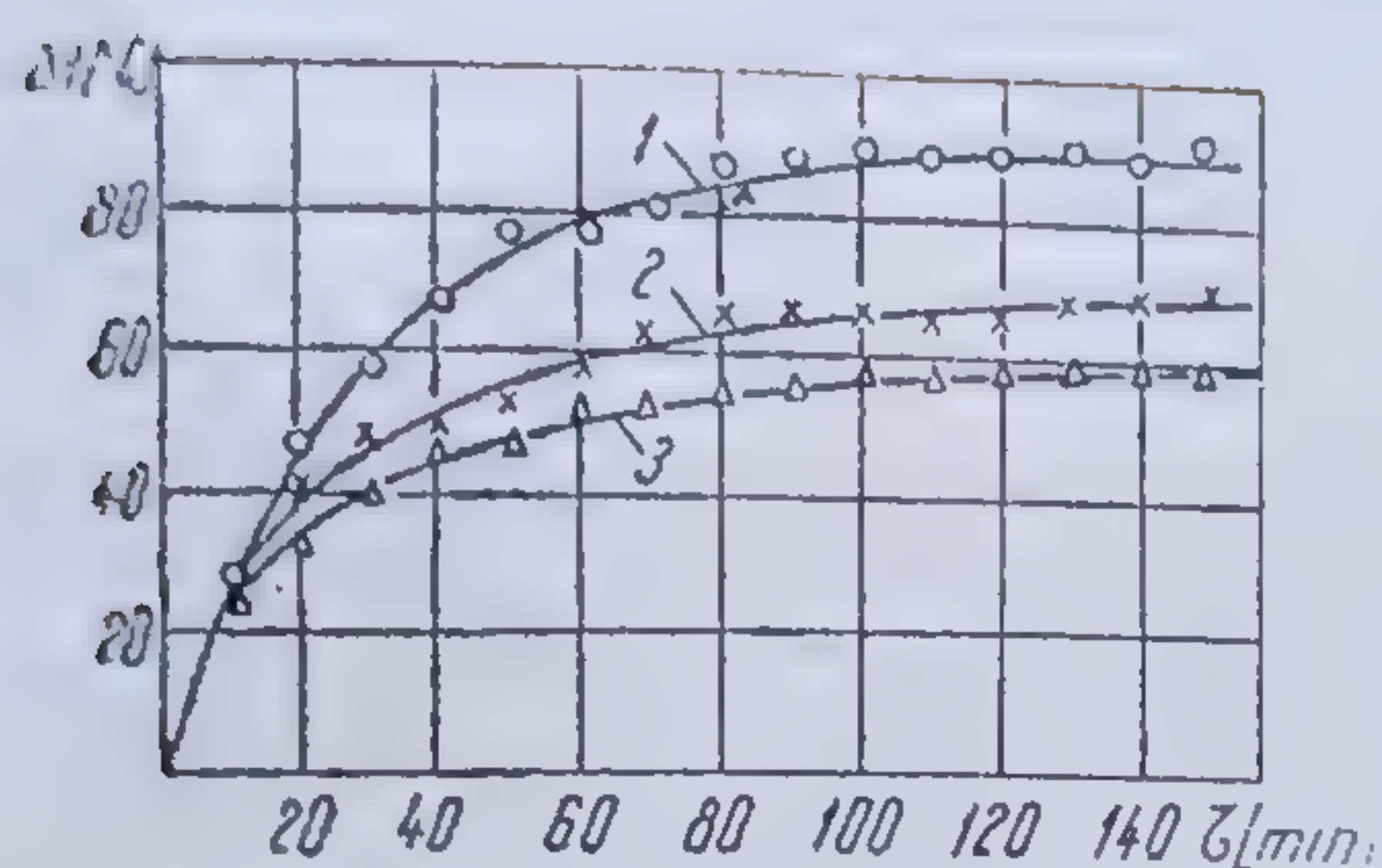


Fig. 4.102. Temperatura uleiului din cutia de viteze în funcție de timp și de calitatea drumului :

1 — drum de categoria a VI-a ; 2 — drum de categoria a IV-a ; 3 — drum de categoria a II-a.

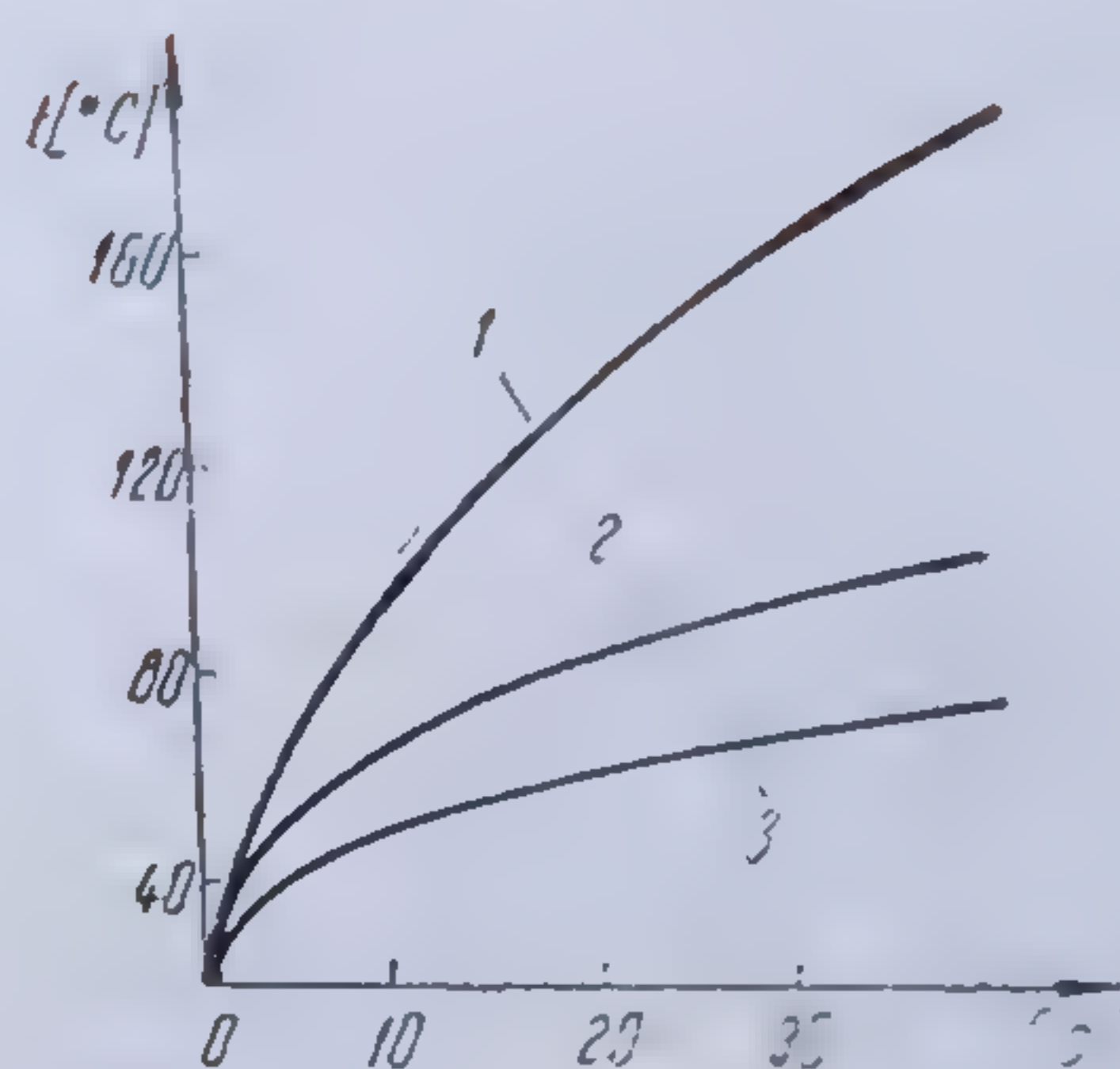


Fig. 4.103. Variația temperaturii uleiului din diferențial, în regim de patinare al roților :

1 — fusul crucii portsatelit ; 2 — șabele de presiune ale sateliților ; 3 — ale pinionelor planetare.

frecare, ajungându-se în circa 30 s la temperatura critică de 160...200°C (fig. 4.103). La aceste temperaturi, capacitatea portantă a uleiului scade, ca urmare a scăderii viscozității, acesta fiind expulzat dintre flancurile dinților în angrenare.

Debitul de ulei, circulat în carterul diferențialelor autovehiculelor grele, influențează în mare măsură calitatea lubrificației. Cercetările experimentale au demonstrat că este suficientă o circulație cu un debit de 0,5 l/min, în cazul autovehiculelor grele și autobuzelor, pentru a preveni supraîncălzirile provenite de la suprafețele în frecare.

Depunerea prafului și noroiului pe carterele agregatelor transmisiei, înrăutățește condițiile de răcire ale uleiului. La majoritatea autovehiculelor uleiul folosit pentru ungerea transmisiei nu se filtrează și, din această cauză, atât produsele rezultate din uzură, cât și particulele mecanice care pătrund din exterior, rămân tot timpul în ulei, iar antrenarea lor, relativ ușoară, de către masa de ulei în mișcare, contribuie la accelerarea uzurii. În cele mai multe cazuri bușoanele de golire au proprietăți magnetice pentru reținerea acestor particule de uzură.

Uzura suprafețelor flancurilor dinților roților dințate, duce la reducerea grosimii acestora, mărirea jocului în timpul angrenării și deci amplificarea sarcinilor dinamice.

Creșterea sarcinii în condiții de lubrificație defectuoasă, creează apariția fenomenului de gripaj. În situația în care uleiul din carterele transmisiei este insuficient sau în cantitate prea mare, se favorizează supraîncălzirea agregatelor, scad proprietățile de ungere ale uleiului, ceea ce are ca efect scăderea presiunii de contact la care este posibilă griparea (fig. 4.104).

La creșterea jocurilor din angrenaje contribuie și uzura canelurilor (exemplul cutiei de viteze a unui autocamion în figura 4.105). Jocul total din angrenaj este suma uzurilor danturii și a canelurilor (valoarea jocurilor din angrenaje constituie criteriul de apreciere a gradului de uzură al agregatelor cu roți dințate).

— Condițiile de drum influențează de asemenea regimul de lucru al agregatelor transmisiei. Deplasarea automobilului pe drumuri accidentate provoacă o creștere a eforturilor și a presiunii de contact dintre flancu-

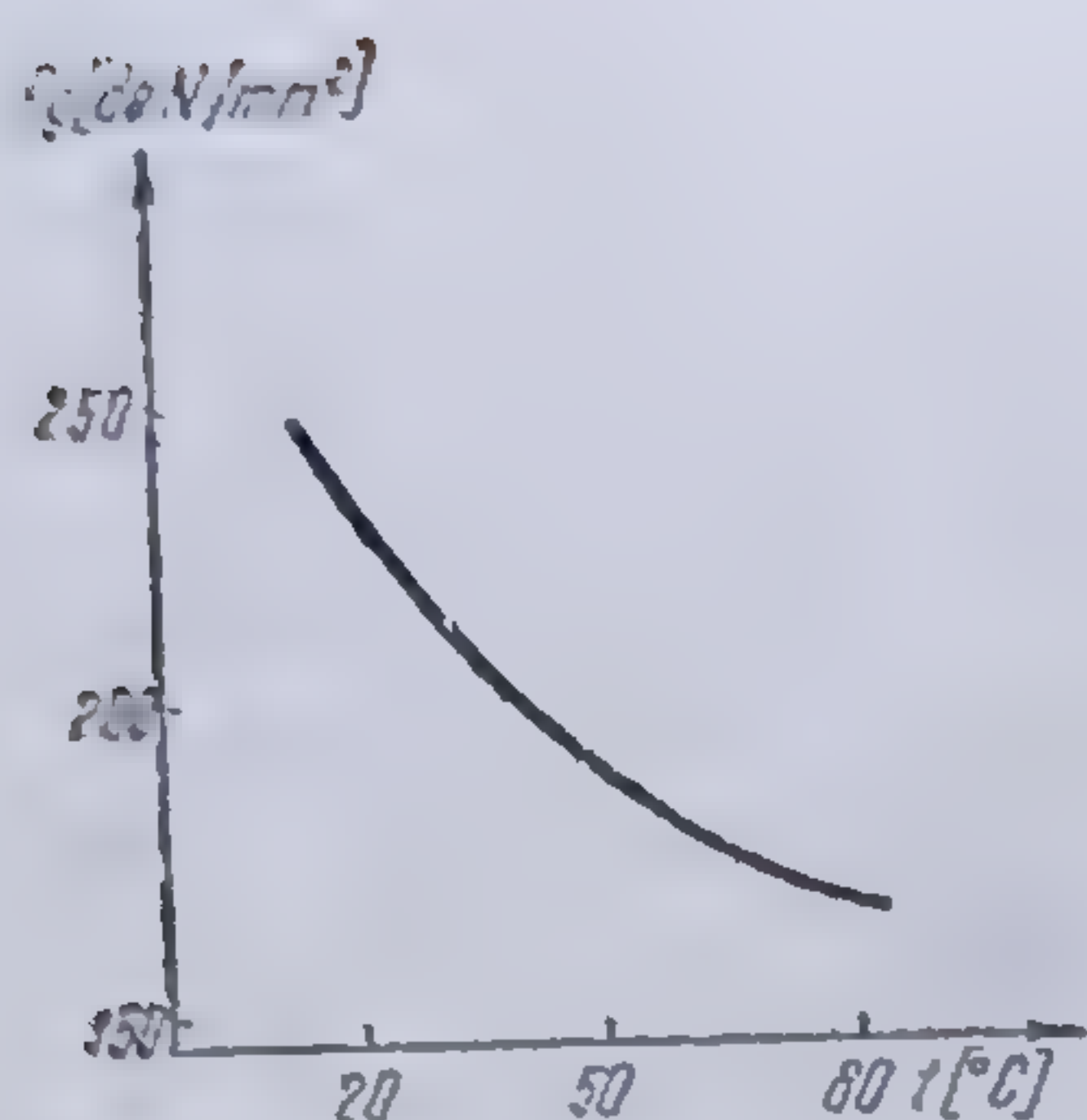


Fig. 4.104. Dependenta presiunii de gripare a suprafețelor de frecare, de temperatura lubrifiantului.

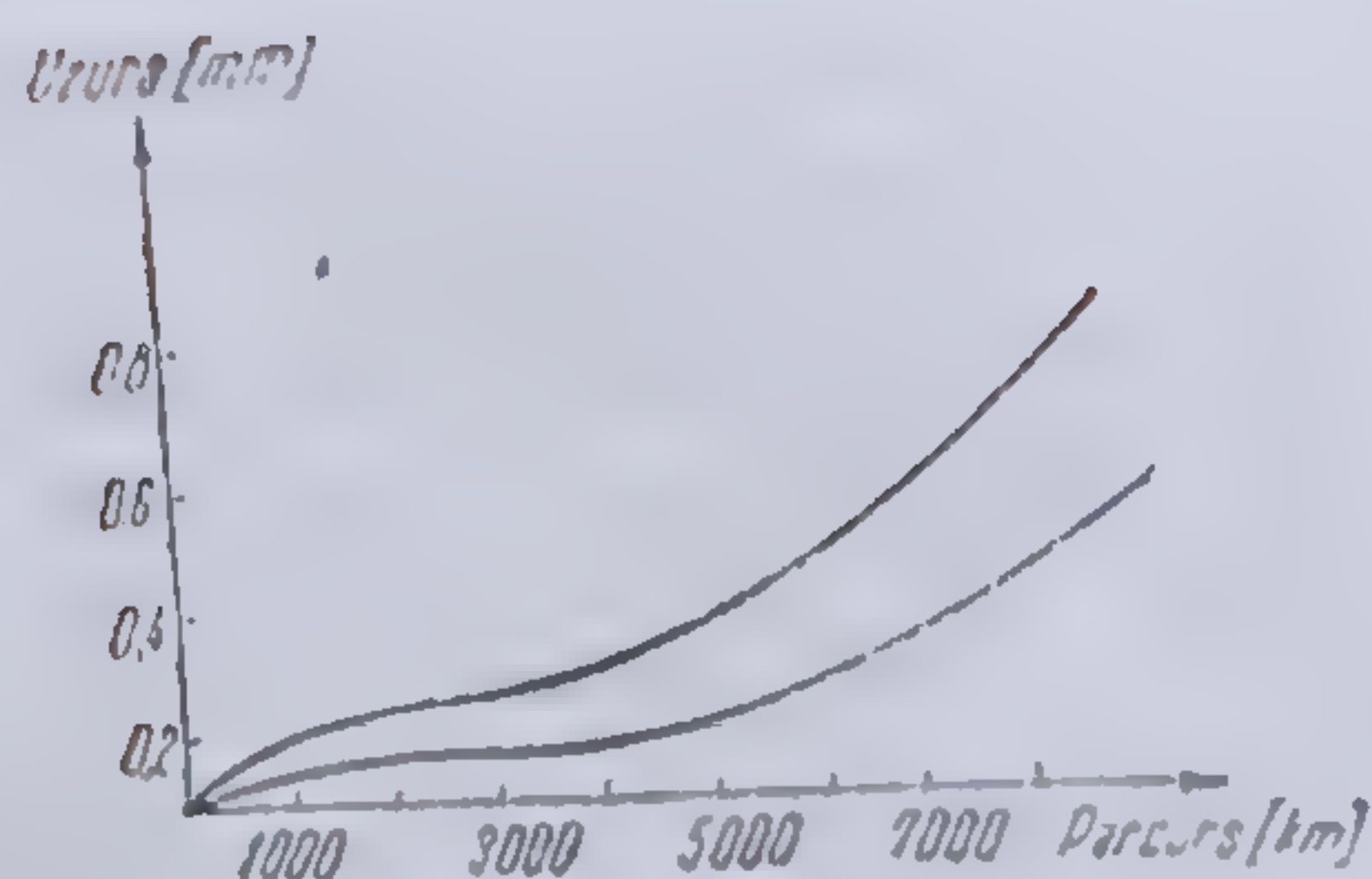


Fig. 4.105. Evoluția uzurii dinților și canelurilor la pinionul treptei a IV-a de viteză de la cutia de viteze a unui autocamion.

rile dinților în angrenare. În cazul cutiei de viteze, de exemplu, presiunile de contact variază în mod normal între 10 000 și 15 000 daN/cm², însă la autocamioanele care lucrează în condiții foarte grele (șantiere, exploatări miniere la suprafață etc.) presiunile de contact ajung la $3 \cdot 10^4$ — $4 \cdot 10^4$ daN/cm². De regimul acestor eforturi și presiuni de contact depinde caracterul uzurii și durabilitatea în funcționare a agregatelor. De exemplu, în cazul unui autocamion de capacitate medie, cu un moment motor la roată de 430 Nm, la deplasarea pe un drum modernizat, se efectuează circa 100 de cuplări ale agregatelor. În cazul creșterii turației motorului de 1,5—2 ori, eforturile în agregatele transmisiei cresc de 1,6—1,9 ori, iar intensitatea utilizării cutiei de viteze și ambreiajului cresc de 2—2,3 ori.

Siguranța garantată de funcționare a cutiei de viteze se poate aprecia la 80 000 km, a punții din spate la 90 000 km în cazul unor autocamioane în condiții grele de exploatare (drumuri neasfaltate, exploatări forestiere etc.).

— *ambreiajul* este unul dintre elementele cele mai intens solicitate: atât termic cât și mecanic, din întregul lanț cinematic al transmisiei. În timpul cuplărilor și decuplărilor apare o puternică încălzire a discurilor ca urmare a faptului că lucrul mecanic de frecare (mai ales la pornirea de pe loc) se transformă în căldură. Din această cauză temperatura discurilor de ambreiaj ajunge la 120...150°C. La folosirea necorespunzătoare a ambreiajului, temperatura discurilor poate să crească pînă la valorile temperaturilor de revenire 450°C. Creșterea temperaturii discurilor de ambreiaj pînă la aceste valori, este echivalentă cu degradarea materialelor de fricțiune, deformarea plăcilor de presiune și pierderea proprietăților elastice ale arcurilor de presiune. Pentru a se evita aceste fenomene, negative, este necesar ca ambreiajul să fie acționat astfel încît, fără să fie bruscat, să se reducă perioada sa de cuplare.

În timpul exploatării, discurile se uzează, și ca urmare a acestui lucru, se anulează jocul dintre capetele pîrghiilor de decuplare și rulmentul de presiune. Acest joc se anulează cînd uzura fiecărui disc este de maximum 0,1 mm; cum însă în timpul exploatării uzura discurilor ajunge pînă la 0,25 mm, rezultă că grosimea setului de discuri se reduce atât de mult încît mecanismul de acționare nu mai asigură cuplarea completă a ambreiajului și acesta patinează, chiar și atunci cînd nu se apasă

pe pedală. Ca urmare a acestui fenomen, ambreiajul nu va mai putea transmite momentul de torsiune al motorului.

Ca urmare a uzurii articulațiilor dispozitivului de comandă cauzată de pătrunderea prafului între elementele în frecare și al dereglărilor, nu se asigură decuplarea completă a ambreiajului. În această situație apar dificultăți la schimbarea treptelor de viteză.

În cazul în care se anulează jocul dintre capetele pîrghiilor de decuplare a ambreiajului și rulmentul de presiune, și nu se iau măsuri pentru restabilirea cursei libere a pedalei ambreiajului, se poate ajunge la deteriorarea prematură a acestuia (a rulmentului de presiune).

Încălzirea excesivă a discurilor de frecare și cuplările bruște, constituie cauzele degradării (zgîrieturi, ruperi, smulgeri de material) suprafețelor discurilor. Ca urmare a degradării suprafețelor discurilor conduse, se ajunge la micșorarea coeficientului de frecare și, deci, la reducerea valorii momentului transmis.

Din analiza curbelor, reprezentate în figura 4.106, rezultă că la discurile uzate vor crește patinările și încălzirile și de aici degradarea și mai intensă a acestora.

Încălzirea excesivă a ambreiajului poate duce la topirea unsorii consistente din rulmenți și ca urmare ungerea acestora se compromite, ajungîndu-se la griparea lor. Unsoarea poate pătrunde între suprafețele în frecare, reducîndu-se coeficientul de frecare;

— *transmisiile cardanice* sînt de asemenea elemente la care, în procesul exploatării, apar o serie de modificări ale stării tehnice care constau din uzuri la nivelul crucilor cardanice, a canelurilor slăbirii elementelor de prindere, dezechilibrării axelor cardanice (fig. 4.107).

Probabilitatea siguranței în funcționare al arborilor cardanici s-a putut determina experimental (fig. 4.108). Analiza datelor obținute arată că, chiar de la un parcurs de 45—50 mii km, arborele nu mai prezintă garanția funcționării sigure.

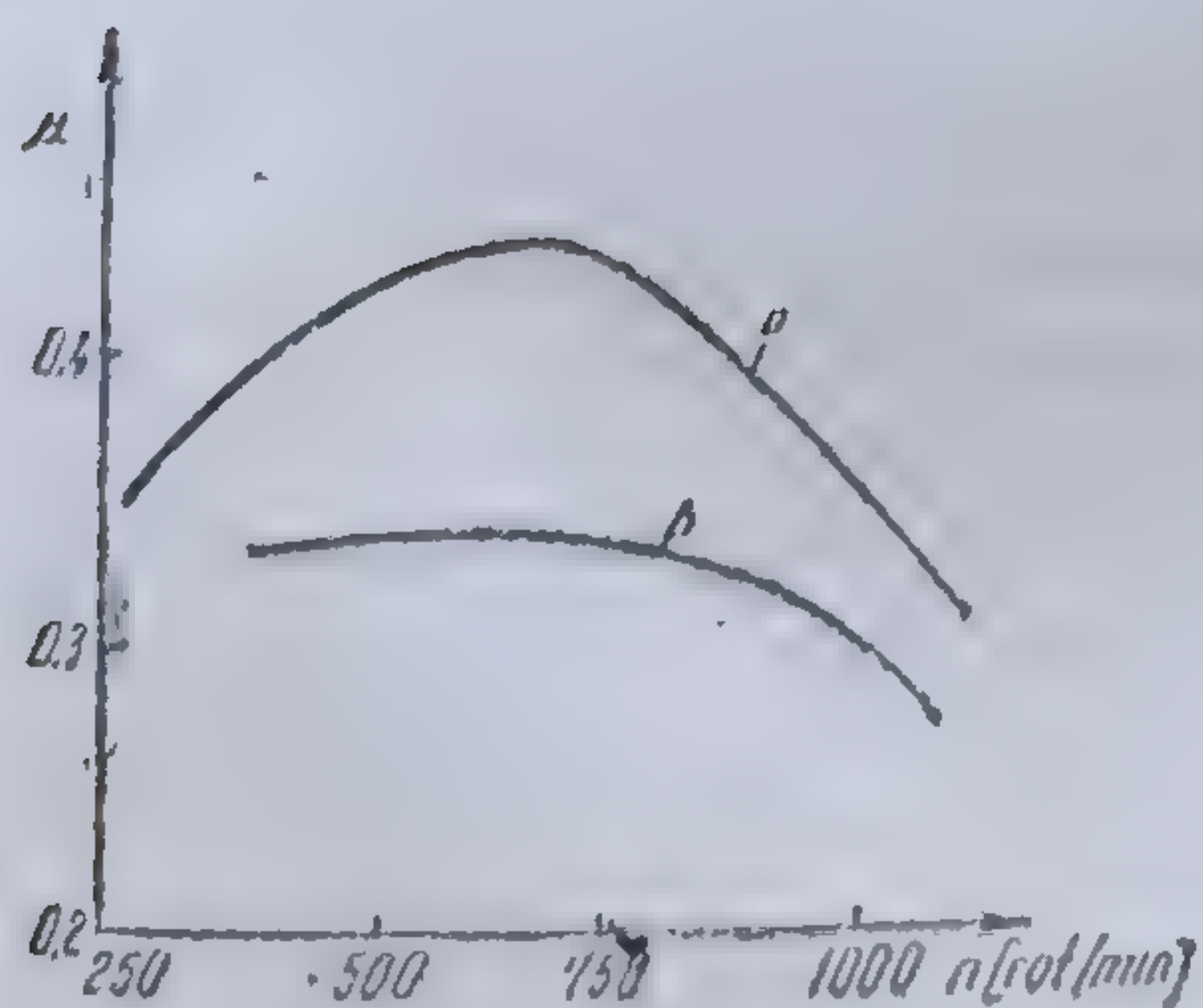


Fig. 4.106. Dependenta coeficientului de frecare față de turație:
a — discuri noi; b — discuri vechi.

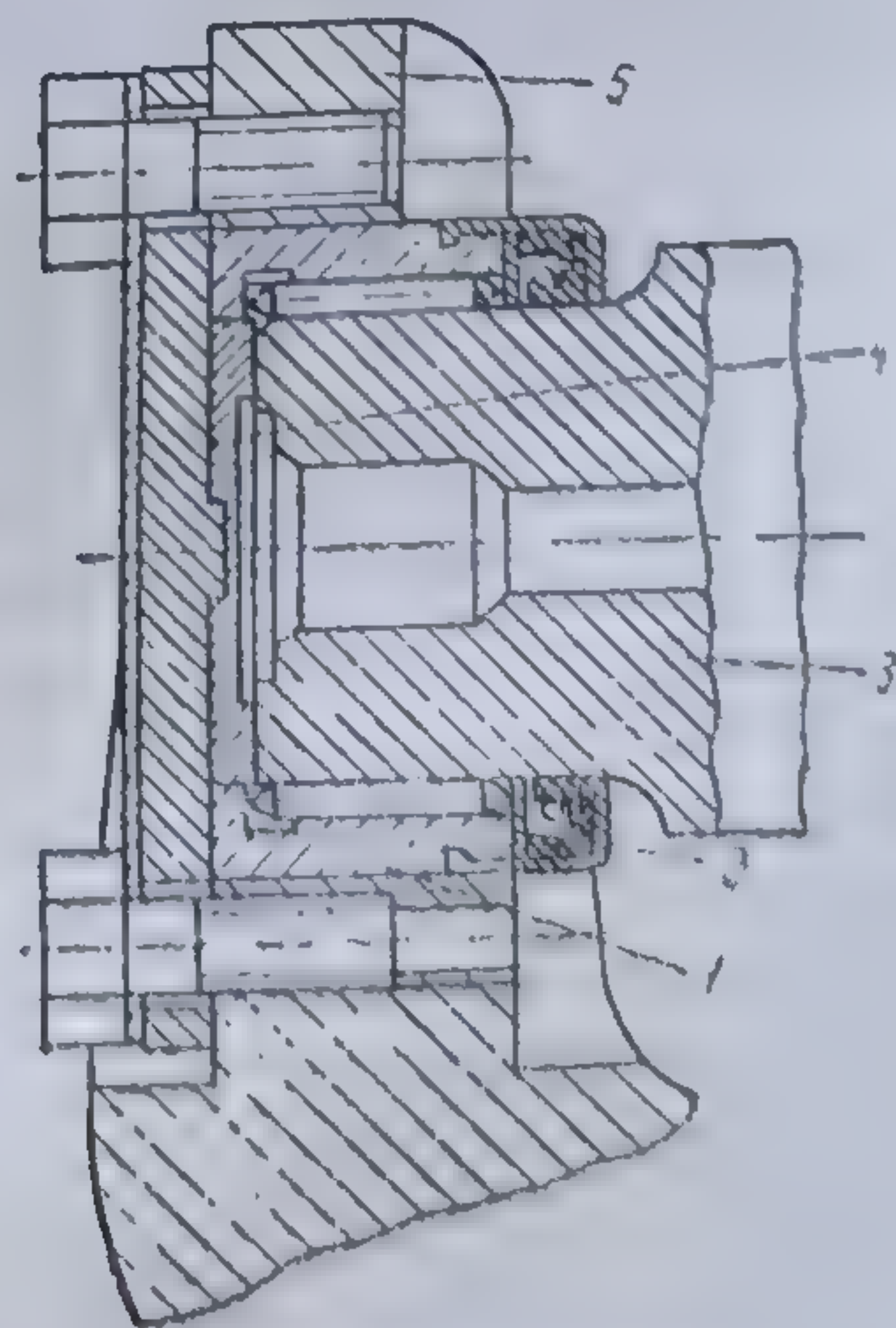


Fig. 4.107. Elementele articulației cardanice:
1 — lagărul capac; 2 — elementele de etanșare;
3 — fusul crucilor cardanice; 4 — flanșă;
5 — corpul crucii cardanice.

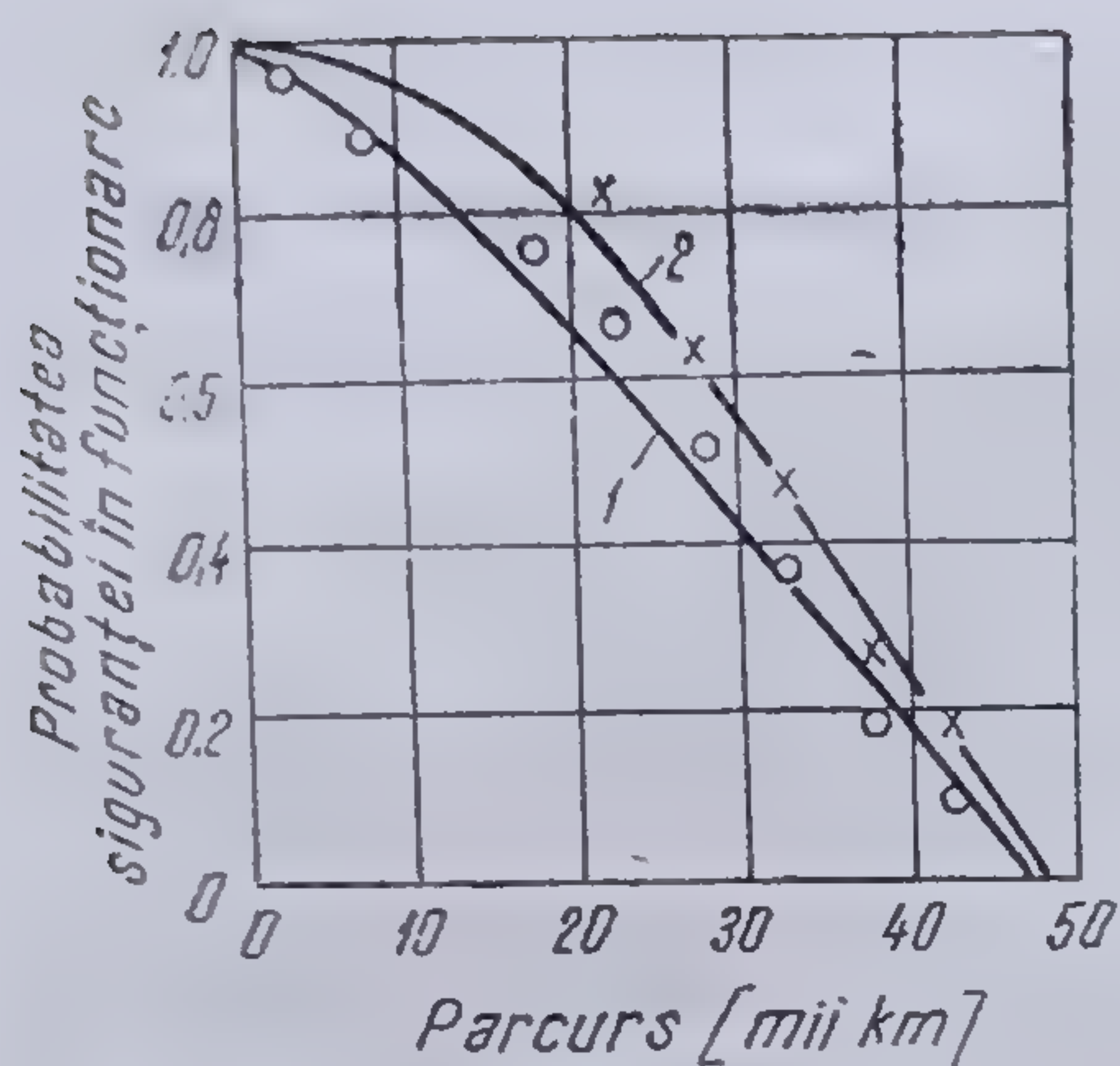


Fig. 4.108. Dependenta probabilității siguranței în funcționare a arborilor cardanici, de parcurs:

1 — autocamion ZIL 555; 2 — ZIL-130.

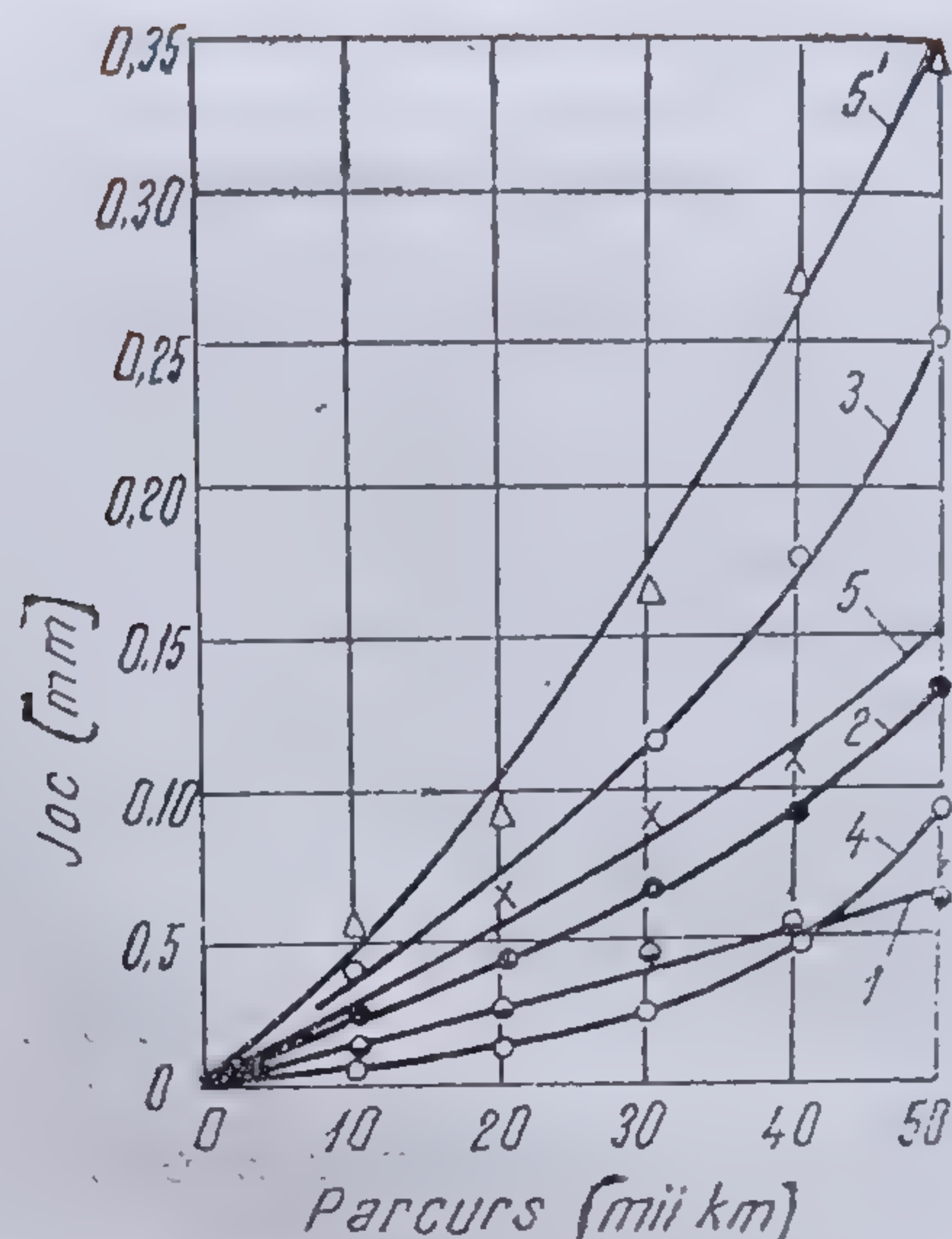


Fig. 4.109. Evoluția uzurii articulațiilor cardanice în funcție de parcurs la autovehiculele ZIL 130 și 555 la:

1 — articulația arborelui intermediar; 2 — prime articulație; 3 — ultima articulație; 4 și 5 articulația față; 5' — articulația spate (ZIL 555).

Mărimea jocului total în articulația cardanică este limitativă (înaintea altor elemente), în ceea ce privește durabilitatea în funcționare a transmisiei. La autocamioanele de capacitate medie, după 40—50 mii km, mărimea jocului global în articulațiile arborelui cardanic intermediar ajunge la 0,06 mm, iar la articulațiile arborelui principal la 0,13—0,25 mm (fig. 4.109).

Este util de menționat faptul că la începutul exploatării, în general, jocul radial în lagărul cu rulmenți cu ace al articulațiilor este de 0,011—0,036 mm.

În urma unui ciclu de exploatare, la autovehiculele grele, jocul global unghiular al arborelui cardanic ajunge la 3...4°. Cea mai mare uzură a suprafeței active a alezajului furcii arborelui cardanic principal, ajunge la 40—50 mii km la 0,4 mm, apărînd și ovalizarea alezajului.

Șuruburile de fixare a flanșelor se pot rupe, iar căderea arborelui cardanic poate duce la accidente grave.

În timpul exploatării, se poate ajunge la dezechilibrarea arborelui cardanic, ca urmare a deformării prin lovire, a deformării flanșelor de fixare a articulațiilor cardanice sau uzurilor prea mari din caneluri. Această defecțiune se manifestă prin apariția la anumite viteze a vibrațiilor de intensitate mare, care se transmit întregului autovehicul. Funcționarea în continuare cu acest defect, conduce la uzarea rapidă sau deteriorarea rulmentului arborelui secundar al cutiei de viteze și al rulmentului din față al pinionului de atac.

De asemenea, în timpul exploatării se uzează crucile cardanice și canelurile arborelui cardanic, uzura fiind mai intensă cînd se deteriorează apărătoarele din cauciuc și praful poate să pătrundă între suprafețele în frecare.

Diagnosticarea stării tehnice a transmisiilor autovehiculelor și operații de întreținere tehnică. Diagnosticarea se poate face prin procedee de apreciere globală a stării tehnice a transmisiei. Aceste procedee sînt: determinarea randamentului mecanic al transmisiei pe standuri cu rulouri și procedeul mersului liber. Prima metodă a determinării randamentului pe standuri cu rulouri, dă informații generale asupra stării tehnice a transmisiei. S-a observat însă că, jocuri importante din transmisie sau defecțiuni majore pot să nu afecteze randamentul mecanic, deși constituie un pericol pentru funcționarea unor organe sau pentru circulația rutieră. Astfel, cuplarea simultană a două trepte de viteze sau decuplarea spontană a unei trepte, nu influențează randamentul mecanic al transmisiei, la fel și vibrațiile arborilor cardanici; acestea sînt însă fenomene care pot să aibă efecte distructive. Nici metoda parcursului liber nu este concludentă. Această metodă — care constă în aducerea autovehiculului la o anumită viteză și măsurarea spațiului parcurs apoi prin rulare liberă, cu cutia de viteze decuplată, și compararea acestei distanțe cu datele indicate de către constructor, — oferă numai rezultate globale, și în afară de aceasta este imprecisă, rezultatele fiind mult influențate de starea drumului, de panta acestuia, de starea pneurilor, de temperatură și de direcția vîntului.

Din cele prezentate rezultă că, aceste două metode trebuie combinate cu diagnosticarea individuală a agregatelor transmisiei, ambreiajului, cutiei de viteze și de distribuție (dacă este cazul), transmisiei cardanice și a punților motoare.

Diagnosticarea ambreiajului se realizează după trei criterii: după cursa liberă a pedalei, după gradul de patinare și după decuplarea totală.

Pentru o cuplare corectă și decuplare totală a ambreiajului, pedala acestuia trebuie să aibă o cursă liberă a cărei valoare este astfel stabilită încît, pe de o parte, să asigure completa eliberare a organelor de comandă și, pe de altă parte, să asigure desprinderea completă a pieselor conducătoare de cele conduse. Dacă cursa liberă a pedalei este prea mică arcurile ambreiajului nu pot realiza forța totală de apăsare pe discul de presiune și discurile patinează, dacă cursa liberă a pedalei este prea mare nu se asigură o debreiere completă și schimbarea vitezelor se face cu zgomot.

În cazul ambreiajelor mecanice monodisc, cursa liberă a pedalei este cuprinsă între 20 și 50 mm, în acest caz jocul dintre rulmentul de presiune și capetele pîrghiilor de debreiere fiind de 3—6 mm. Dacă atunci cînd se acționează piesele de reglare, cursa liberă a pedalei ambreiajului nu poate fi adusă în limite normale, aceasta indică o uzură avansată a organelor de comandă, deformarea sau alungirea pîrghiilor de legătură dintre pedală și pîrghia de debreiere.

Un ambreiaj cu stare tehnică bună, trebuie să fie capabil să transmită cupluri care să întrecă de 1,5—2 ori cuplul motor maxim, fără a produce alunecări între discurile conducătoare și cele conduse.

O metodă de verificare a patinării ambreiajului, în lipsa unei aparatură corespunzătoare, constă în pornirea motorului, acționarea frinei și cuplarea prizei directe a cutiei de viteze. Turația motorului se fixează la 1 500—2 000 rot/min și se cuplează progresiv ambreiajul. Dacă în acest timp motorul se oprește, se poate considera că starea tehnică a ambreiajului este bună.

Un alt procedeu constă în folosirea lămpii stroboscopice, comandată de circuitul secundar al instalației de aprindere. În acest caz frecvența

impulsurilor luminoase ale lămpii stroboscopice este proporțională cu turația motorului. Se așază autovehiculul pe standul cu rulouri și se stabilește funcționarea sa în priză directă. Se luminează arborele cardanic cu lampa stroboscopică și dacă se observă că acest organ este în stare statică, în ambreiaj nu există de loc patinare. Dacă ambreiajul patinează se va observa o rotire ușoară a arborelui cardanic într-un sens sau altul, sau se vor observa smucituri ale acestuia.

Verificarea decuplării complete a ambreiajului se face astfel: se pornește motorul și cu autovehiculul în procesul demarare, se schimbă succesiv toate treptele de viteze. Dacă decuplarea este totală, schimbarea treptelor de viteze nu este însoțită de zgomote.

Diagnosticarea cutiei de viteze, a axului cardanic și a reductorului central. În elementele cutiei de viteze și cutiei de distribuție furcile de cuplare sînt supuse la cele mai mari uzuri pe fețele laterale, ceea ce determină o cuplare a roților dințate și a mufei sincronizatorului. În acest caz, pe suprafața activă a dintelui apar suprasarcini, care intensifică uzura și în final conduc la strivirea acestuia. După un timp mai îndelungat de funcționare a dinților, în acest fel, roțile se autodecuplează.

În calitate de parametru de diagnosticare, în acest caz, poate fi utilizată mărimea jocului unghiular și vibrațiile.

La mărimea uzurii, jocul unghiular și vibrațiile se amplifică proporțional. Aceeași dependență între mărimea jocului, a vibrațiilor și uzură, apare și în cazul elementelor arborelui cardanic (articulații, caneluri etc.) unde ca efect, excentricitatea creată generează pulsații ale arborelui.

În cazul reductorului central, uzurile flancurilor dinților pinionului conic și coroanei diferențialului generează, de asemenea, în dependență proporțională, mărirea jocului unghiular și al vibrațiilor. Prin urmare poate fi utilizat același parametru și același mijloc pentru diagnosticarea stării de uzură a acestor elemente ale transmisiei.

Pentru determinarea jocului global din lanțul cinematic al transmisiei, se utilizează un dispozitiv de măsurare a jocului unghiular (fig. 4.110).

Dispozitivul este format din pîrghia dinamometrică 2, care este prinsă de ghearele 1, reglabile, dînd posibilitatea fixării pe arborele cardanic. Discul gradat 3 poate fi rotit manual, iar solidar cu acesta se rotește și tubul 4 de la periferia discului. Tubul 4 are pereții transparenti, cu diametrul de 6—8 mm, fiind umplut pe jumătate cu un lichid colorat și are extremitățile obturate etanș.

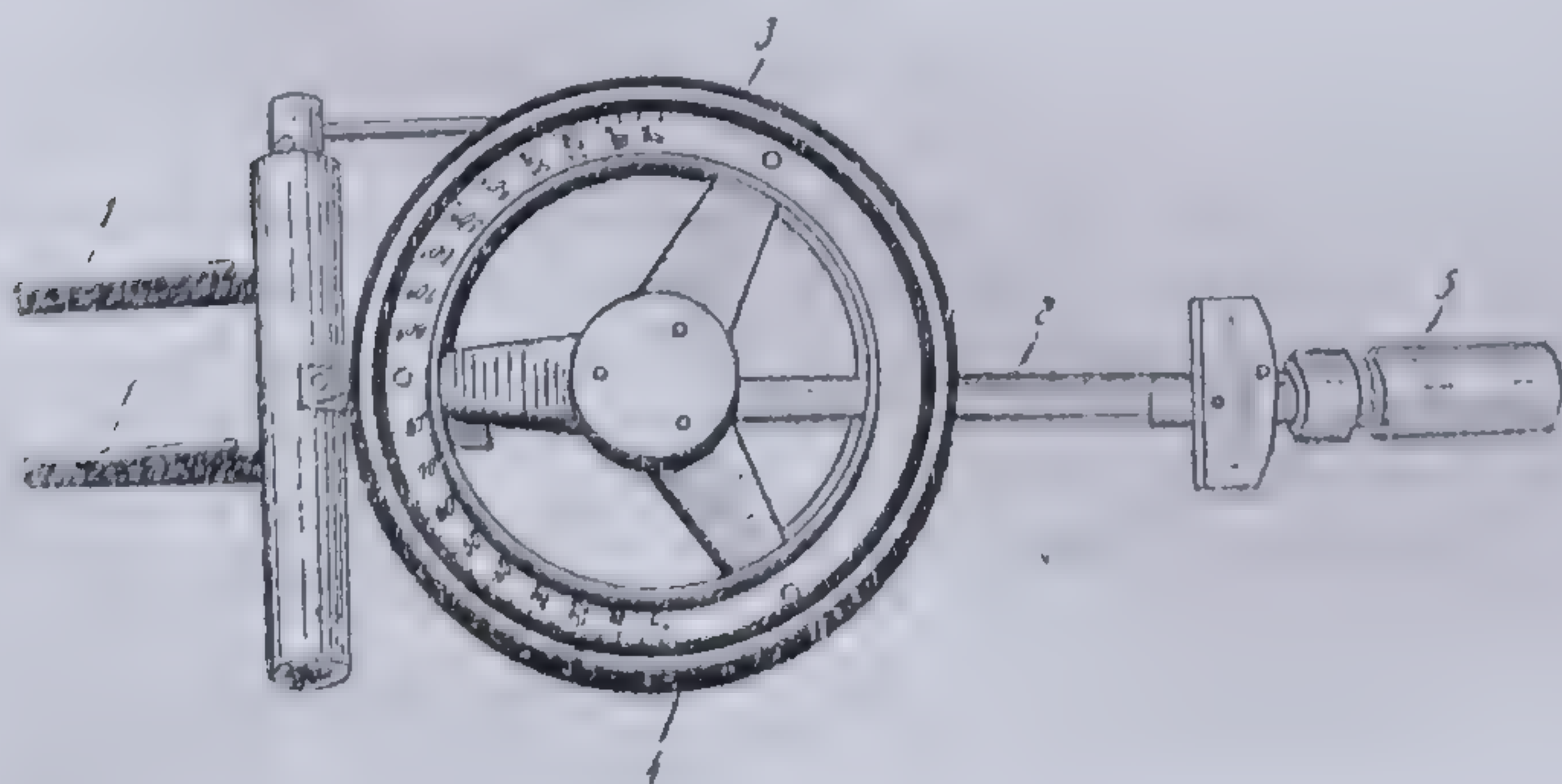


Fig. 4.110 Dispozitiv pentru măsurarea jocului unghiular global din transmisie.

Pentru măsurarea jocului unghiular global, se introduc ghearele 1, în furca axului cardanic la capătul dinspre puntea motoare, se acționează frâna de staționare pînă la limitator. Se anulează mai întîi jocurile din transmisie acționînd maneta 5, cu un efort de 1—2 daN. În această poziție se rotește discul gradat astfel încît indicația zero să ajungă în dreptul nivelului lichidului din tubul transparent, apoi se acționează maneta dinamometrului în sens invers, pînă la anularea totală a jocului în transmisie, citindu-se valoarea jocului unghiular global al transmisiei cardanice. Jocul admisibil nu trebuie să depășească 2° , iar la limita maximă $5 \dots 6^\circ$.

Pentru determinarea jocurilor la toate treptele de viteză, se eliberează frâna de staționare, și se cuplează pe rînd treptele din cutia de viteze. Valoarea jocului unghiular radial, al roților dințate la angrenajele din cutia de viteze, se determină scăzînd din jocul unghiular global măsurat, jocul unghiular al axului cardanic. Valorile admisibile ale jocului pentru autocamioane sînt: treapta I $2,5^\circ$, a II-a $3,50^\circ$, a III-a 4° , a IV-a și a V-a 6° , iar pentru mersul înapoi $2,5^\circ$.

Jocurile la limită în cutia de viteze se obțin amplificînd de două ori valorile jocurilor admisibile.

Jocul unghiular global admisibil al reductorului central, la autocamioane, este situat între $35 \dots 45^\circ$.

Exploatarea automobilelor în condiții grele de drum, are ca efect și uzuri însemnate și deformații ale arborelui cardanic.

Bătaia radială a arborelui cardanic, ca urmare a deformațiilor, se poate constata, și respectiv măsura, cu ajutorul unor dispozitive (fig. 4.111), fără a fi necesară demontarea de pe automobil a acestuia.

Pentru măsurare, dispozitivul se fixează pe lonjeroanele șasiului, pe ramă sau pe pereții tunelului central a axului cardanic principal. Se cuplează treapta I de viteze și se antrenează motorul cu o turație minimă, după care se poate citi bătaia radială.

Bătaia radială admisibilă pentru autocamioane poate fi de 0,8—1,2 mm.

Metoda vibroacustică, se bazează pe faptul că mărirea jocurilor de angrenare a pinioanelor, în lagăre și caneluri, produce în timpul funcționării zgomote și vibrații, care se transmit carcaselor agregatelor respective. Între gradul de uzură sau de deteriorare a suprafețelor de angrenare și vibrația carterelor există o dependență directă. Măsurînd intensitatea zgomotelor produse sau amplitudinea vibrațiilor peretelui carterului, se poate stabili gradul de uzură sau jocul. În acest scop se folosește o instalație constituită dintr-un traductor piezoelectric, care culege semnalele de pe carcasa agregatului și aparatura electronică de amplificare și măsurare. Această instalație, amplifică semnalele și le analizează, indicînd nivelul general de vibrație sau nivelul principalelor sale componente. În același mod se procedează

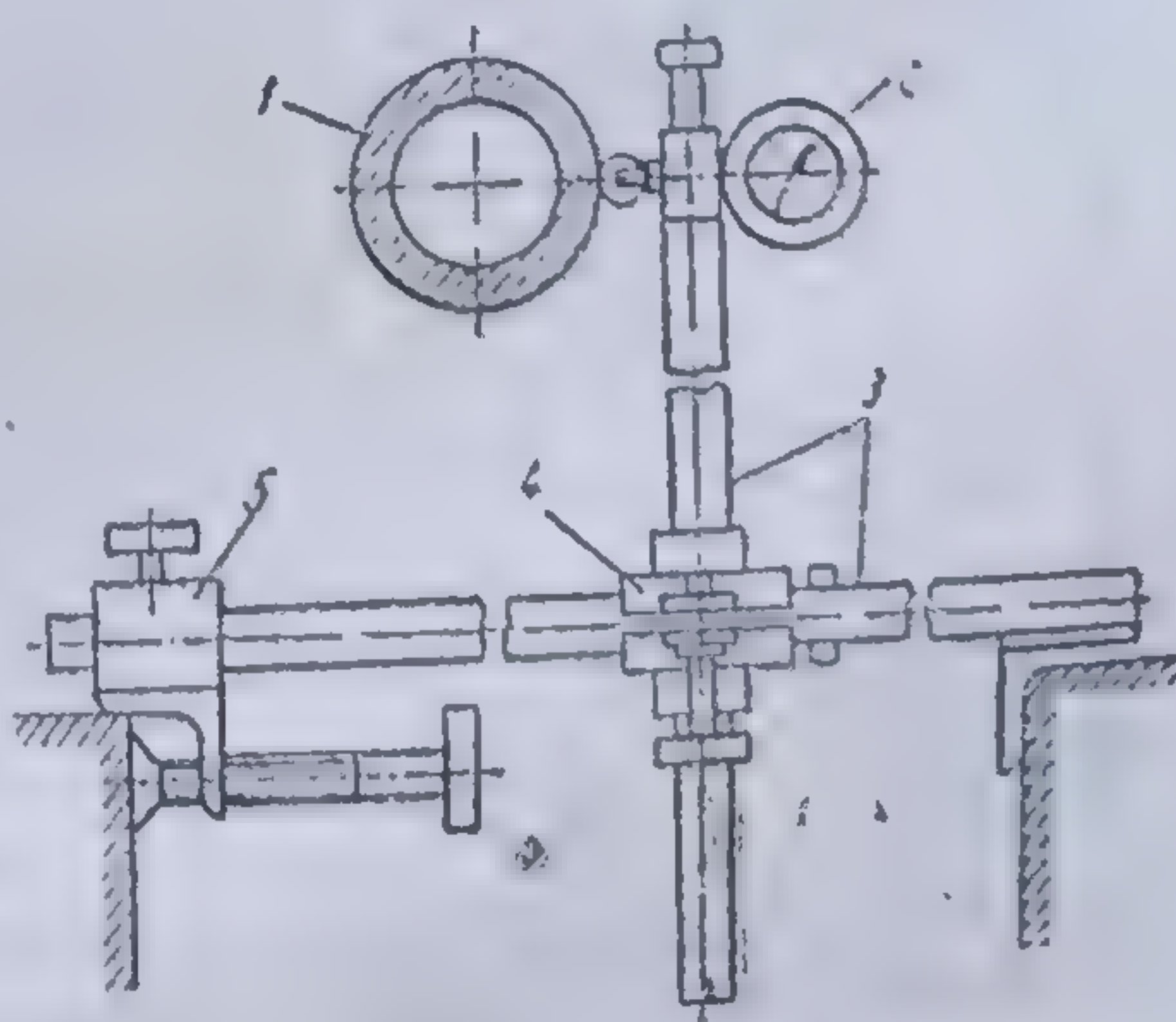


Fig. 4.111. Dispozitiv de măsurare a bătaii radiale a arborelui cardanic în stare montată :

1 — ax cardanic ; 2 — comparator ; 3, 4, 5 — dispozitive de fixare a comparatorului.

când se analizează zgomotul produs de un agregat. Acest zgomot se detectează în apropierea agregatului considerat.

Metoda vibroacustică prezintă marele avantaj că permite diagnosticarea unora dintre agregatele transmisiei fără demontarea acestora, dar rezultatele pe care le oferă sînt influențate de calitățile lubrifiantului, zona de culegere a vibrațiilor sau a zgomotelor, precum și de semnalele produse de alți factori decît cei supuși observației, iar aparatura necesară are un preț destul de ridicat. Aceste aparate trebuie să acopere un interval larg de frecvență, între 5 și 20 000 Hz.

Testarea globală, funcțională, a stării tehnice a transmisiei se realizează și cu ajutorul standurilor de încercări dinamice, prezentate în subcapitolul 4.1.

Întreținerea tehnică a ambreiajului constă în reglarea cursei libere a pedalei și reglarea jocului dintre rulmentul de presiune și capetele pîrghiilor de decuplare. Operațiile de reglare se execută în funcție de construcția mecanismului de acționare al ambreiajului. Astfel, în cazul ambreiajelor mecanice monodisc cu acționare prin pîrghii (fig. 4.112), reglarea cursei libere a pedalei se realizează prin deșurubarea piuliței 1 și modificarea lungimii libere a tijei 2. Prin această reglare se urmărește restabilirea jocului la valorile prescrise dintre capetele pîrghiilor de decuplare și rulmentul de presiune. În timpul reglării, cursa liberă a pedalei, se măsoară cu o riglă față de podea.

La ambreiajele bidisc se reglează și cursa discului conducător intermediar (anterior) cu ajutorul șuruburilor de reglaj.

În mod normal, capetele pîrghiilor de decuplare, pe care acționează rulmentul de presiune, trebuie să fie în același plan și la o anumită distanță de planul volantului; dacă lucrurile nu stau așa, se procedează la reglare. Reglarea se execută în funcție de construcție, prin apropierea sau îndepărtarea de carcasa ambreiajului a bolțurilor de la articulațiile

pîrghiilor. Această operație se execută, de obicei, la montaj, dar la nevoie se realizează și în timpul exploatării autovehiculelor.

Manșonul de decuplare împreună cu rulmentul de presiune, bucșele axului furcii de decuplare și axul pedalei se ung periodic prin ungătoare.

Întreținerea cutiei de viteze și a cutiei de distribuție. Prima operație din procesul de întreținere al cutiei de viteze și de distribuție, constă în controlul acestora. La control se face revizia exterioară a subansamblelor respective, pentru constatarea pierderilor de ulei prin locurile de etanșare ale capacelor, semeringurile, dopurile sau prin crăpături ale carcaselor. Tot la control, se procedează la ascultarea funcționării cutiilor de viteze și de distribuție, cu ajutorul stetoscopului și se verifică la încălzire. După control, urmează curățirea cutiei și strîngerea punctelor de îmbinare și fixare, completarea și schimbarea periodică a uleiului și reglarea jocurilor din rulmenții conici ai arborilor.

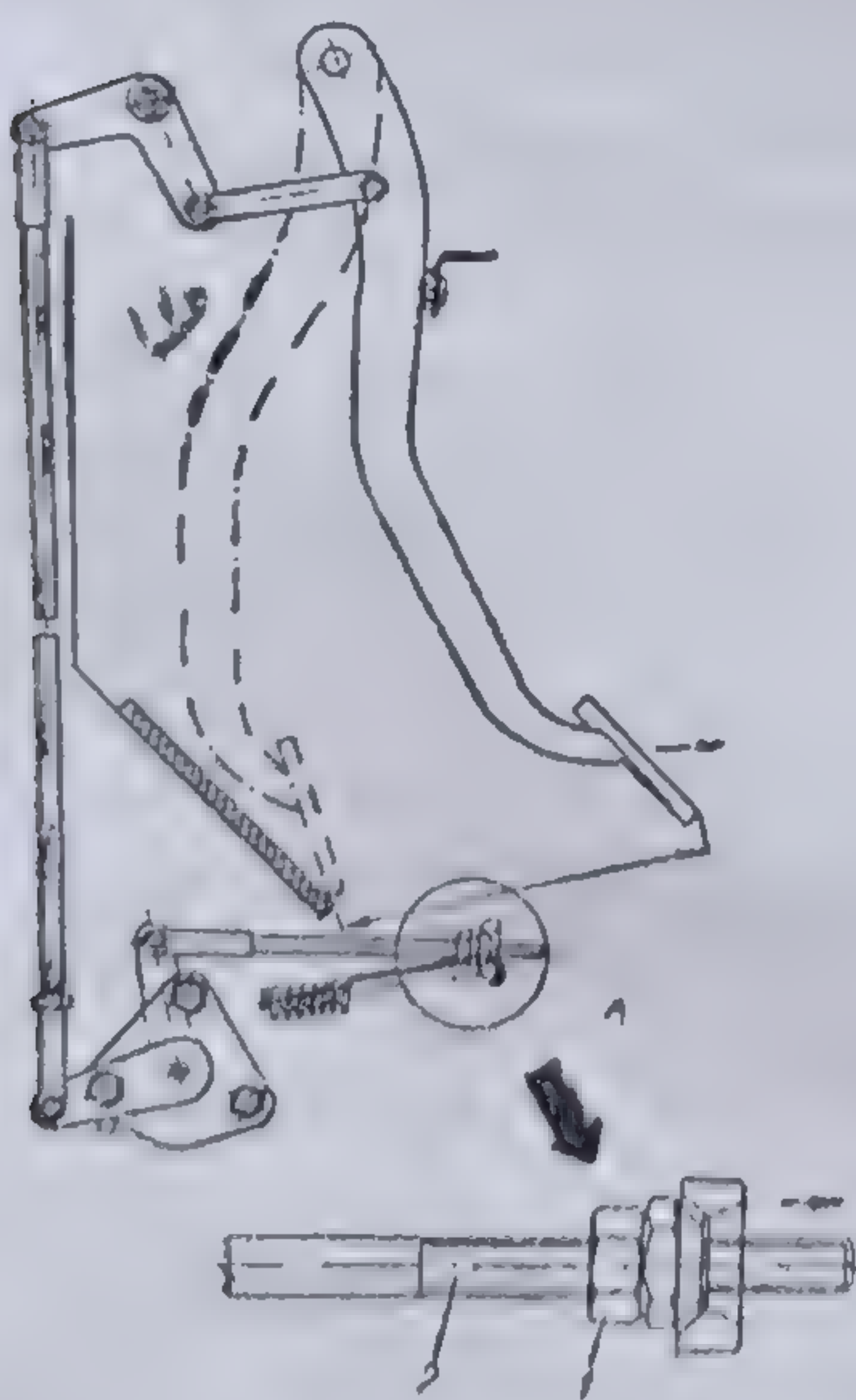


Fig. 4.112. Reglarea cursei libere a pedalei ambreiajului cu acționare mecanică.

Ungerea cutiilor de viteze, și a celor de distribuție, se realizează cu ajutorul uleiului de transmisie, (valvolinei). La fiecare RT-1 se procedează la verificarea nivelului uleiului din cartere și dacă este nevoie se completează.

Schimbarea completă a uleiului se face la fiecare RT-2. În anumite situații de exploatare mai ușoară, se poate face schimbarea uleiului din cutia de viteze și cea de distribuție și la intervale mai mari de RT-2.

Golirea uleiului, din cutia de viteze și de distribuție, se va face prin orificiul inferior, imediat după încetarea lucrului când acesta este încă cald. Pentru aceasta se deșurubează dopul de golire, se toarnă în carter, 1,5—2 l petrol, se ridică o roată motoare sau întreaga punte motoare pe cric, se pornește motorul, se cuplează treapta I de viteză și se lasă ca motorul și transmisia să funcționeze 2—3 min. După aceasta se scurge petrolul prin orificiul de golire, se toarnă ulei curat (grupa 200), pentru spălare, și se pornește iar motorul, lăsându-l să funcționeze împreună cu transmisia alte 2—3 min. După scurgerea acestui ulei folosit se toarnă alt ulei curat pînă la nivelul orificiului de umplere sau a celui de control.

Jocurile prea mari constatate la rulmenții conici, se reglează. Pentru aceasta, se vor strînge rulmenții cu ajutorul piulițelor de reglaj de pe arbori sau se va modifica numărul garniturilor de reglaj de sub capacele rulmenților. Rulmenții conici se vor regla astfel încît, jocul axial să fie în limitele prescrise.

Zgomotele puternice la roțile dințate ale cutiei de viteze sînt cauzate de: cuplarea dificilă și autodecuplarea treptelor de viteze, ruperea dinților, pierderile însemnate de ulei.

Cuplarea dificilă a treptelor de viteze este determinată de: uzura părților frontale ale dinților; uzura rulmenților și a îmbinărilor canelate, care provoacă dezaxarea roților dințate. Autodecuplarea treptelor de viteze este determinată de deteriorarea dispozitivelor de fixare și zăvorîre ale mecanismului de schimbare ale vitezelor, sau de uzura dinților roților dințate. În aceste situații, cutia de viteze se demontează și se trimite spre reparare la atelierul de reparații curente.

Operațiile de întreținere a transmisiei cardanice constau din revizia și strîngerea îmbinărilor, ungerea rulmenților de la articulațiile cardanice și a porțiunilor canelate, demontarea, spălarea și revizia articulațiilor cardanice și a porțiunilor canelate.

Ungerea rulmenților articulațiilor cardanice se face cu ulei din grupa 300, 400 sau special. La crucile cardanice cu rulmenți cu ace, uleiul este pompat la rulmenți printr-un ungător central. Rulmenții crucilor cardanice se pot unge și cu unsoare consistentă (RUL 200), care se introduce la montare sau se pompează prin ungătorul central.

Îmbinarea canelată a transmisiei cardanice se unge cu unsoare consistentă, aceasta se introduce printr-un ungător montat pe bușa canelată.

Transmisiile cardanice se revizuiesc periodic, și dacă este cazul, se face ungerea locurilor de frecare cu unsoare consistentă proaspătă și totodată se verifică și starea garniturilor de etanșare.

Cînd transmisia cardanică se demontează pentru revizie, după aceea trebuie să se facă echilibrarea dinamică a arborelui cardanic, mai ales cînd se constată bătăi în timpul funcționării. Dezechilibrarea arborelui cardanic conduce la funcționarea transmisiei cu zgomot și vibrații, care

conduc la uzura prematură a lagărelor, rulmenților și canelurilor. Pentru autocamioane se admite un dezechilibru maxim de 0,06 ... 0,07 daN/cm, iar pentru autoturisme 0,005 ... 0,01 daN/cm.

La montarea arborilor cardanici se va urmări ca furcile să fie așezate în același plan.

Întreținerea transmisiei principale și a diferențialului constă din control, strângerea îmbinărilor, reglarea rulmenților și a angrenajelor conice.

Primele trei operații de întreținere se execută ca la cutia de viteze. Pentru ungere se folosește ulei de transmisie (valvolină).

Verificarea jocului din rulmenții conici, și al celui dintre pinionul de atac și coroana dințată conică, se face după ce se demontează roțile, suspensia dintr-o parte a automobilului (mai ales la automobilele cu punți motoare, cu unul sau două planuri de separație) și articulația cardanică dinspre transmisia principală și se golește carterul de ulei.

Jocul axial din rulmenții conici ai pinionului de atac, nu trebuie să depășească circa 0,05 mm, iar jocul lateral la dinții pinionului de atac trebuie să fie cuprins între 0,1 și 0,3 mm. Dacă se depășesc jocurile admise se va trece la reglare.

Pentru reglarea jocului din rulmenții conici ai pinionului de atac, acesta se demontează din transmisie. Apoi, pinionul de atac se fixează în menghină și se demontează elementele de fixare a rulmenților. Se scoate un anumit număr de garnituri de reglaj (de obicei există un set de garnituri cu diferite grosimi) dintre bușa de distanțare și rulmentul conic din față, pînă cînd se ajunge la valoarea prescrisă a jocului. După remontarea elementelor de fixare al rulmenților, se verifică cu dinamometrul strîngerea corectă a acestora. Reglajul efectuat se apreciază prin valoarea forței de rezistență, la rotire, care trebuie să fie cuprinsă între limita minimă și maximă. În funcție de construcție, forța de rotire la un reglaj corect este cuprinsă între 1,5 și 2,5 daN. Dacă forța de rotire nu se încadrează între aceste limite, se va reface reglajul, pînă cînd va avea valorile prescrise. După încheierea operațiilor de reglare a rulmenților conici, se montează pinionul de atac asamblat pe carterul transmisiei principale.

Urmează reglarea jocului din rulmenții conici de susținere ai casei diferențialului și coroanei dințate conice. Pentru aceasta se slăbesc cele două piulițe de reglaj și se strîng din nou pînă cînd jocul axial se anulează, fără să se blocheze rotirea ușoară a subansamblului în rulmenți.

Rulmenții arborilor planetari ai punților motoare se reglează cu ajutorul piulițelor de reglaj, sau cu ajutorul unor garnituri de reglaj, astfel încît arborii să se rotească liber fără a avea joc axial.

Jocul dintre pinionul de atac și coroana dințată conică se reglează numai după verificarea poziției relative dintre aceste două piese. Poziția relativă se verifică prin metoda petei de vopsea. Pentru aceasta, se vopsesc dinții pinionului de atac cu vopsea roșie de ulei, sau cu cerneală albastră de probă; se montează la loc caseta cu pinionul de atac, se rotește coroana de 5—6 ori și se observă suprafețele de contact ale dinților atît de pe coroană cît și de pe pinionul de atac. Cînd pata de vopsea (urma angrenării), pe dinții coroanei; se află în zona centrală a flancurilor dinților, reglajul este corect. În această situație jocul unghiular al

bucsei arborelui pinionului de atac trebuie să fie de 0,25—0,9 mm. Când jocul este prea mic, sau pata de vopsea nu ocupă zona centrală a flancurilor dinților, se apropie pinionul de atac de coroană, sau invers, pînă se ajunge la situația impusă de condițiile tehnice de funcționare.

4.5. INTREȚINEREA TEHNICĂ A SISTEMULUI DE RULARE AL AUTOVEHICULELOR

Schimbarea stării tehnice a sistemului de rulare în procesul de exploatare. Sistemul de rulare al automobilului prin funcțiunile sale de susținere a părții suspendate, a realizării interacțiunii dintre vehicul și drum, a transmiterii forțelor de deplasare, este supus unor intense sollicitări mecanice.

În procesul de exploatare ca urmare a regimului de lucru, apar următoarele modificări ale stării tehnice a sistemului de rulare:

- uzura pneurilor;
- dezechilibrarea roților;
- modificarea valorii unghiurilor de așezare a roților de direcție;
- deformări ale marginii jenților, fisuri, ovalizarea orificiilor conice destinate șuruburilor de fixare;
- uzura rulmenților de la butucii roților.

Uzura pneurilor. Pneurile automobilelor în condiții normale de exploatare sînt intens solicitate sub acțiunea tensiunilor tangențiale T și radiale N (normale, fig. 4.113) care iau naștere atît la roțile de direcție cît și la roțile motoare, a căldurii dezvoltate în structura pneului (fig. 4.114), ca urmare a frecărilor între pliurile de cord 6, și a frecării cu calea de rulare a profilului de aderență 11.

În zona de contact a pneului cu calea, distribuția presiunii de contact este diferită, în funcție de viteza autovehiculului.

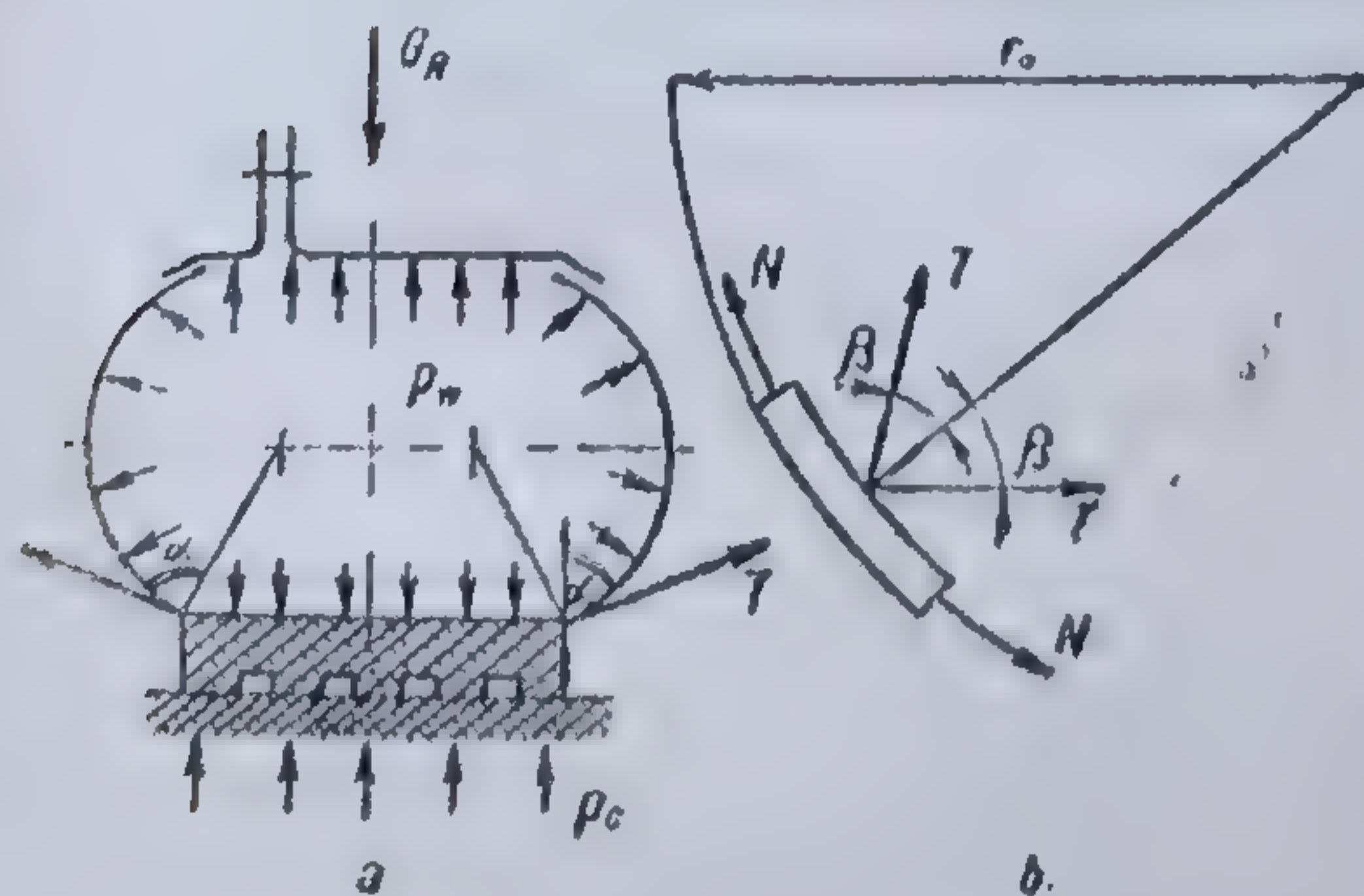


Fig. 4.113. Tensiunile care apar în secțiunea transversală a pneului la sarcina normală G_R și echilibrul tensiunii lor sub acțiunea presiunii interioare p_w .

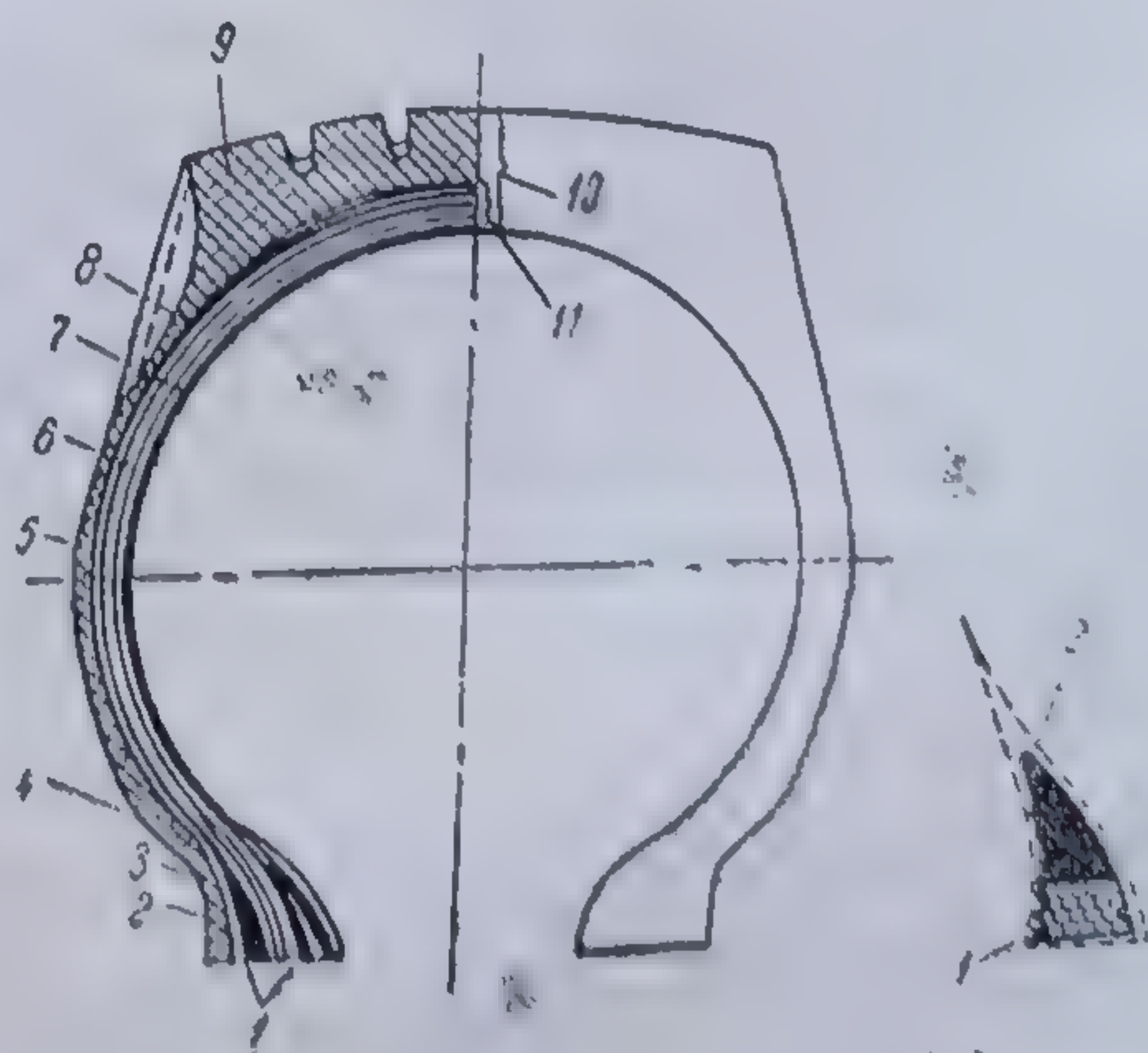


Fig. 4.114. Structura pneului:
1 și 7 — inserție metalică — de cauciuc; 2 — umplutură; 3 — înveliș de talon; 4 și 9 — bandă de întărire — de rulare; 5 — flancul protectorului; 6 — pliurile de cord ale carcasi; 8 — strat protector; 10 — coroană; 11 — carcasă.

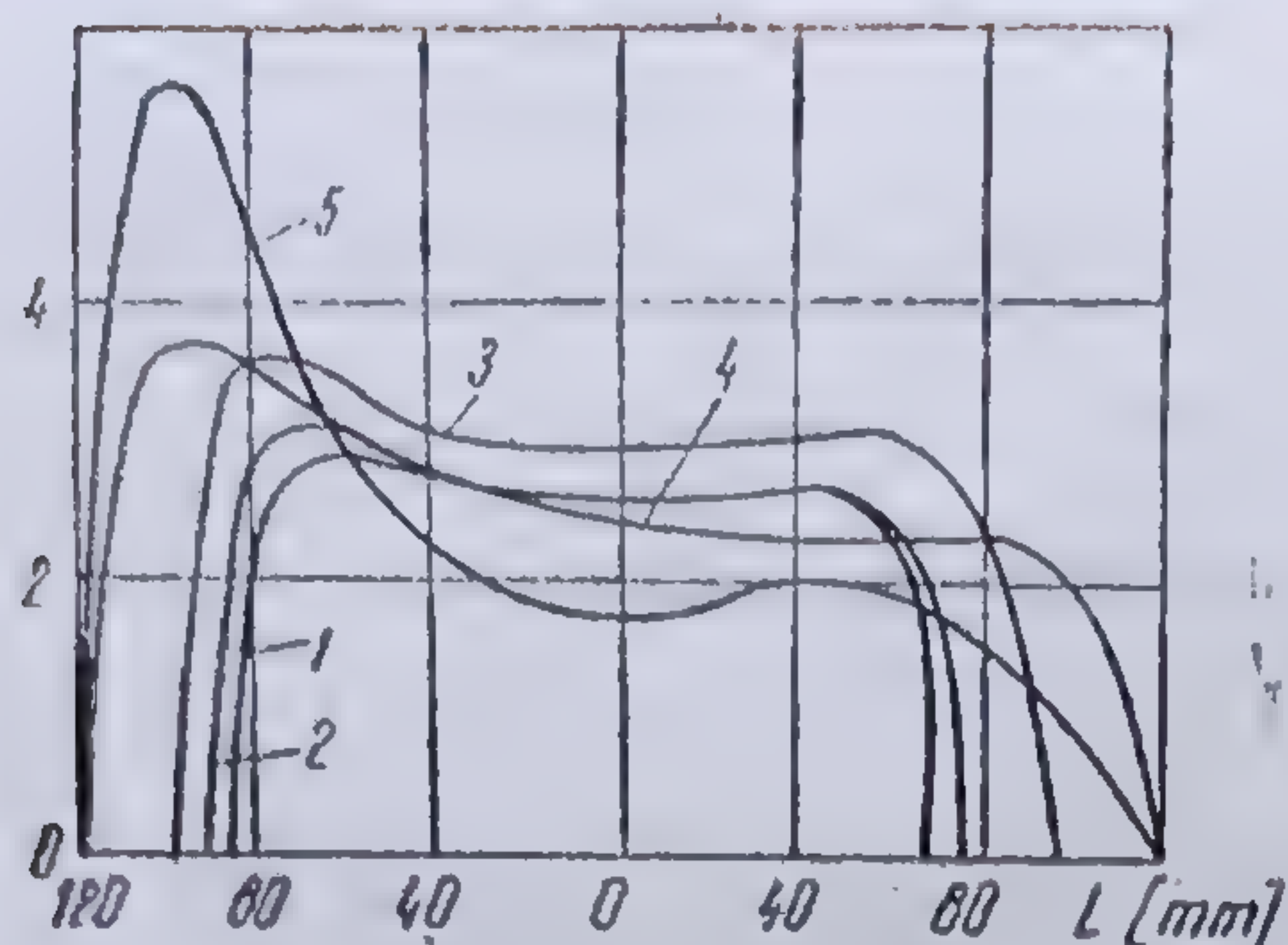


Fig. 4.115. Distribuția presiunii de contact a pneului la diferite viteze de deplasare (pneul 7,50—16). Curbele 1, 2, 3, 4, 5, corespund vitezelor de : 25, 50, 100, 150, 180 km/h.

Distribuția neuniformă a presiunii, la diferite distanțe de punctul central de contact (înaintea și înapoia acestui punct în planul de simetrie longitudinal al pneului), este reprezentată în figura 4.115.

Tensiunile nominale la intrarea pneului în contact cu solul, sînt ceva mai mari ca la ieșirea din contact, pe măsura creșterii vitezei de deplasare a automobilului.

Tensiunile tangențiale care iau naștere la rularea pneului au o distribuție diferită și depind de momentul la roată, fie că este motor, sau de frînare, și de suprafața de contact a pneului cu calea.

În cadrul exploatării automobilelor starea tehnică a pneurilor se modifică, în principal, ca urmare a uzurii benzii de rulare, ceea ce atrage după sine schimbarea pneurilor (la 80—90% din pneuri).

În condiții normale de exploatare, uzura este propagată mai ales de contactul pneului cu suprafața drumului, ale cărei asperități diferă într-o mică măsură, în funcție de materialul căii de rulare, așa cum o demonstrează profilograma din figura 4.116.

În general, există o multitudine de factori care provoacă uzura căii de rulare a pneului, cum ar fi: calitățile fizico-mecanice ale materialului pneului, reglajul unghiurilor roților de direcție, sarcina pe axă, caracterul mișcării, calitatea drumului și conducerii automobilului, nivelul solicitărilor termice și mecanice, care conduc la oboseala materialului.

Caracterul uzurii pneurilor de automobil pe măsura acumulării parcursului se evidențiază în figura 4.117.

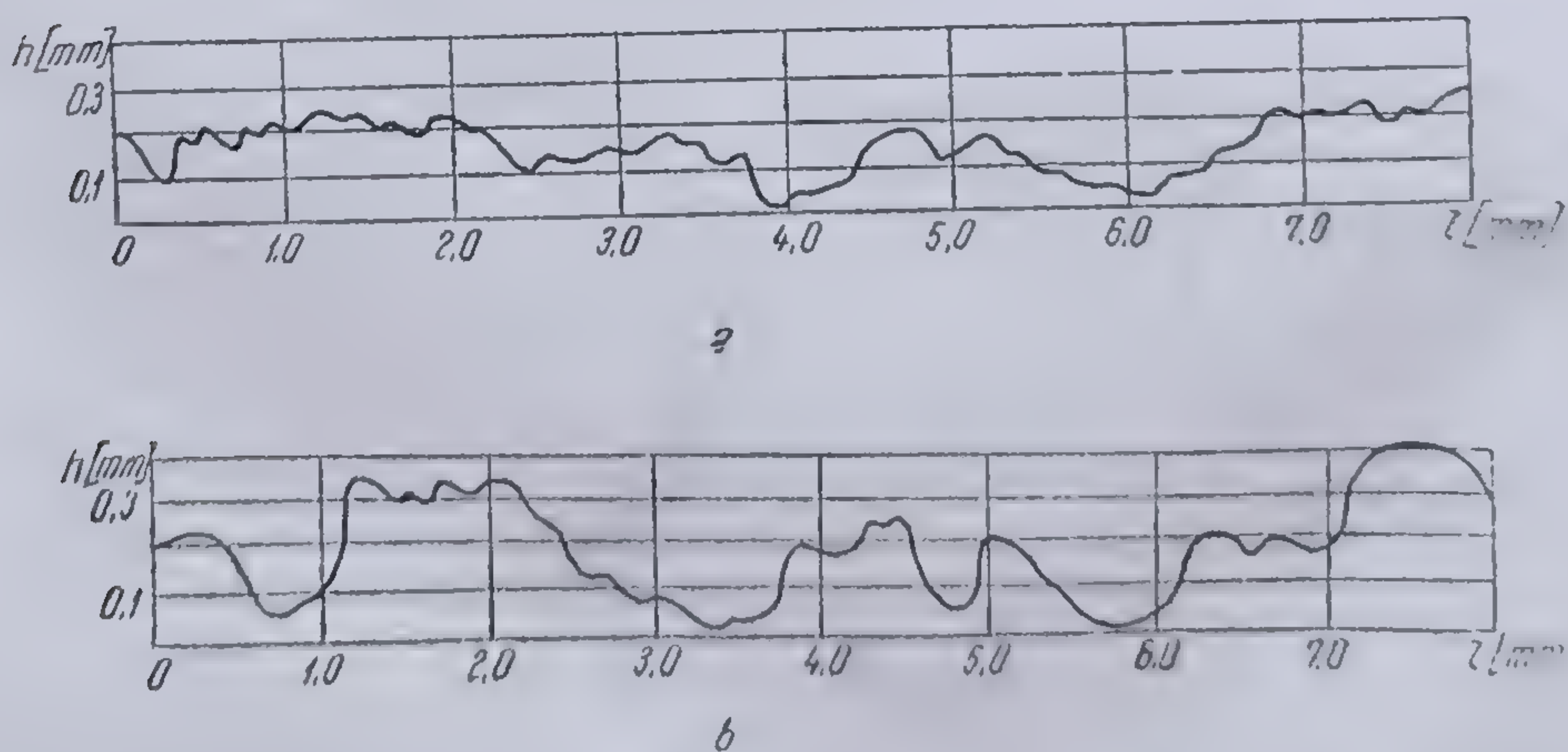


Fig. 4.116. Profilograma suprafeței drumului :
a — beton nou ; b — asfaltat.

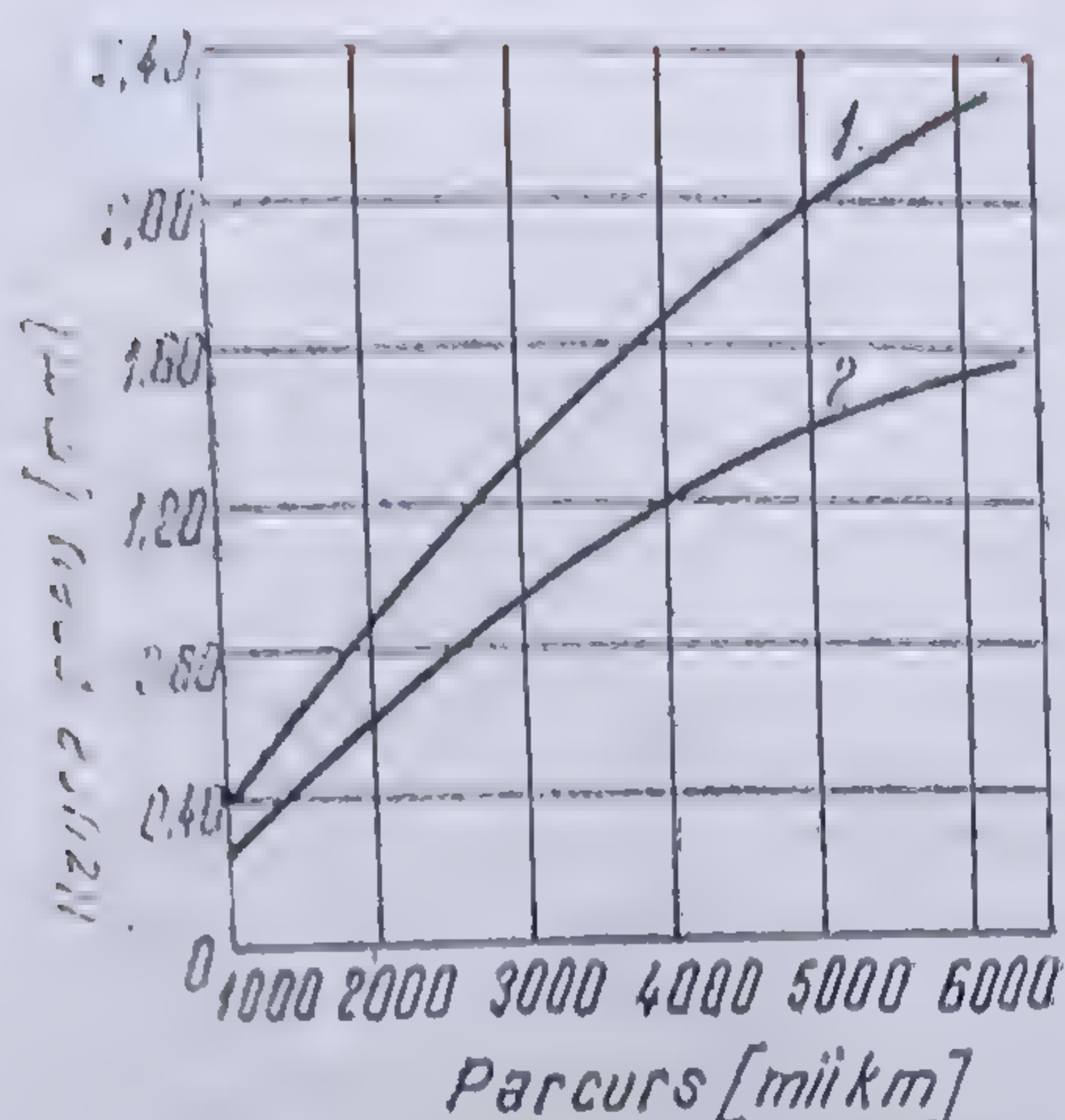


Fig. 4.117. Caracterul uzurii pneului funcție de parcurs:

1 — pneu 7,50-20 normal; 2 — pneu 7,50-20 radial.

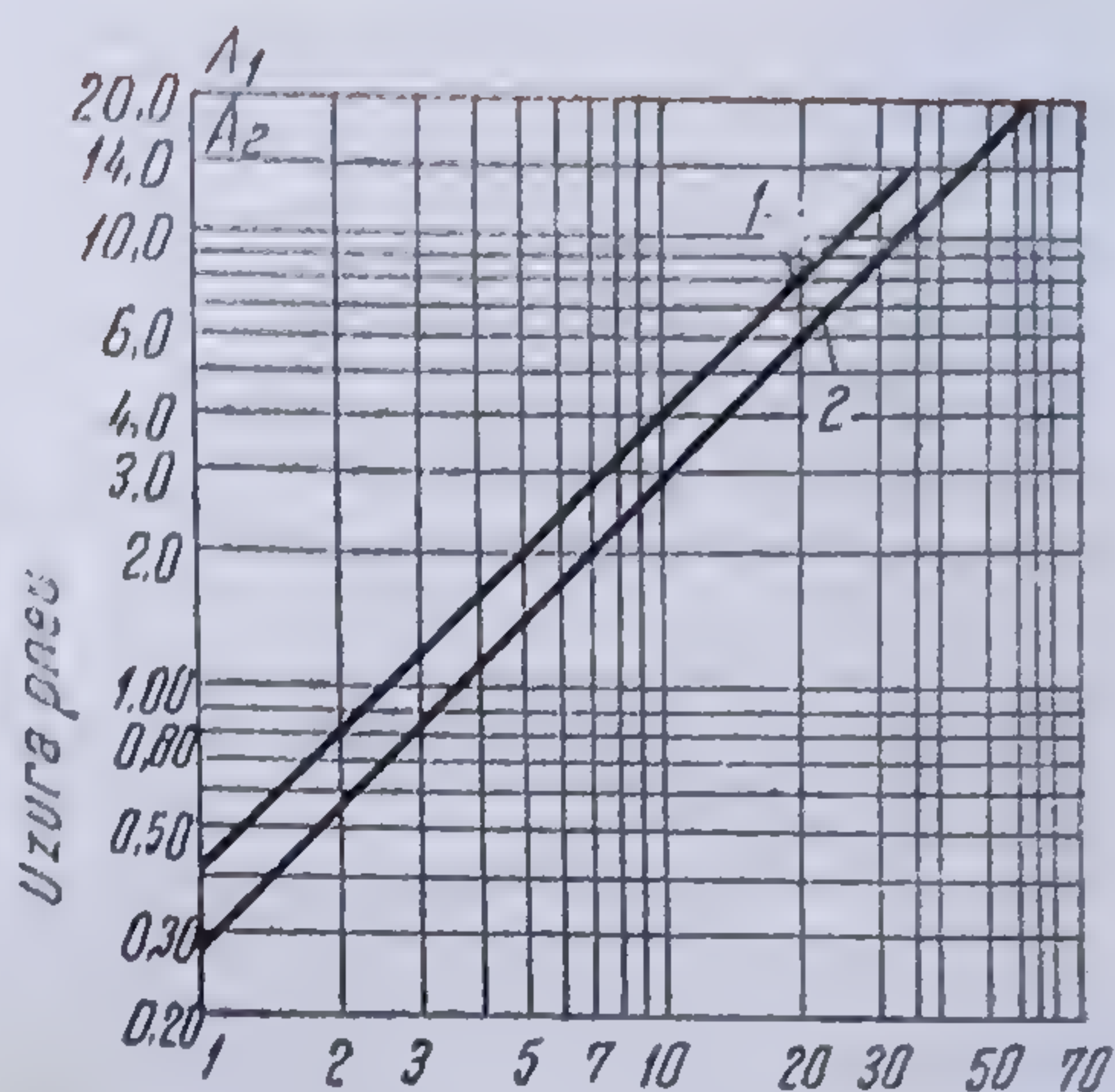


Fig. 4.118. Dependența uzurii pneului de parcurs (coordonate în scări logaritmice):

1 — pneu normal; 2 — pneu radial.

I. M. Buist a determinat o relație pentru mărimea medie a uzurii în funcție de parcurs, avînd forma:

$$y_x = a \cdot x^b \quad (4.18)$$

în care:

y_x este uzura benzii de rulare;

x — parcursul, în mii km;

a și b — constanta care depind de structura pneului și condițiile de exploatare care au valoarea medie $a = 0,30$ și $b = 0,935$, deci relația (4.18) poate fi scrisă sub forma:

$$y_x = 0,30 \cdot x^{0,935} \quad (4.19)$$

Conform acestei relații se poate aproxima o dependență între uzură și parcurs (fig. 4.118), unele coordonatele au scări logaritmice și erorile față de evoluția parabolică reală este neglijabilă.

Cercetările experimentale au dus la concluzia că pentru pneurile de serie, în general, intensitatea uzurii poate ajunge la valori de 0,39 mm/1 000 km.

Factorii care determină uzura prematură a pneurilor. Condițiile anormale de exploatare și factorii de mediu, sînt principalele cauze care pot intensifica uzura pneurilor și deci micșorarea normei de rulaj a acestora înrăutățind astfel și caracteristicile economice ale automobilului. Unele din aceste cauze sînt:

— **abaterile de la geometria corectă a roților de direcție** provoacă intensificarea uzurii pneurilor mai ales în cazul convergenței necorespunzătoare. Cercetările au scos în evidență că există o strînsă dependență între intensitatea uzurii și abaterile de la convergența optimă. Încercările care au dus la rezultatele arătate în figura 4.119, s-au efectuat pe un parcurs de 16 mii km cu viteza medie de 116 km/h.

Intensitatea uzurii ca urmare a convergenței necorespunzătoare a roților, se poate determina analitic și deci este posibil să se găsească și

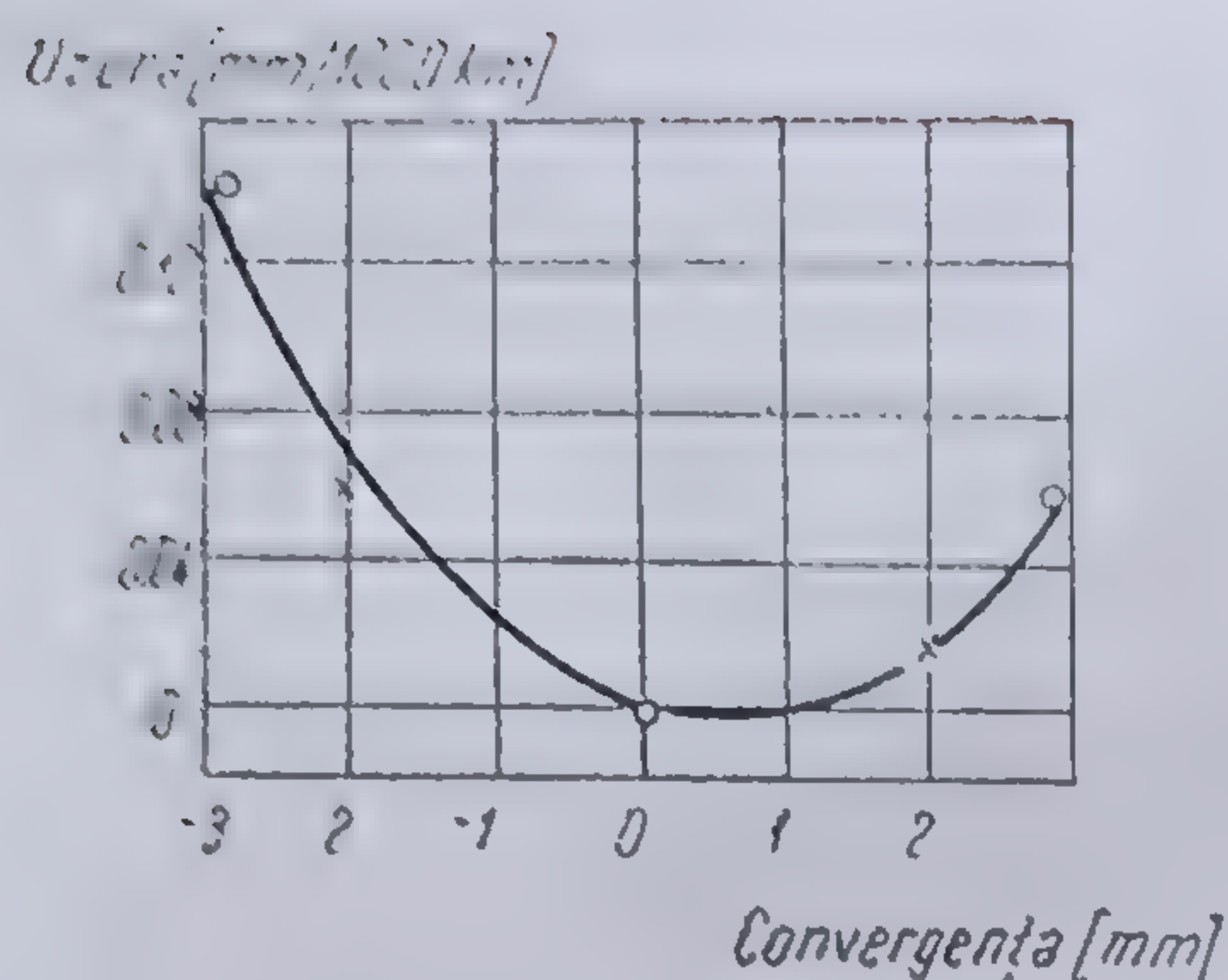


Fig. 4.119. Influența convergenței roților de direcție asupra uzurii pneului (rezultate la un proces de 16 000 km, la viteza de 116 km/h).

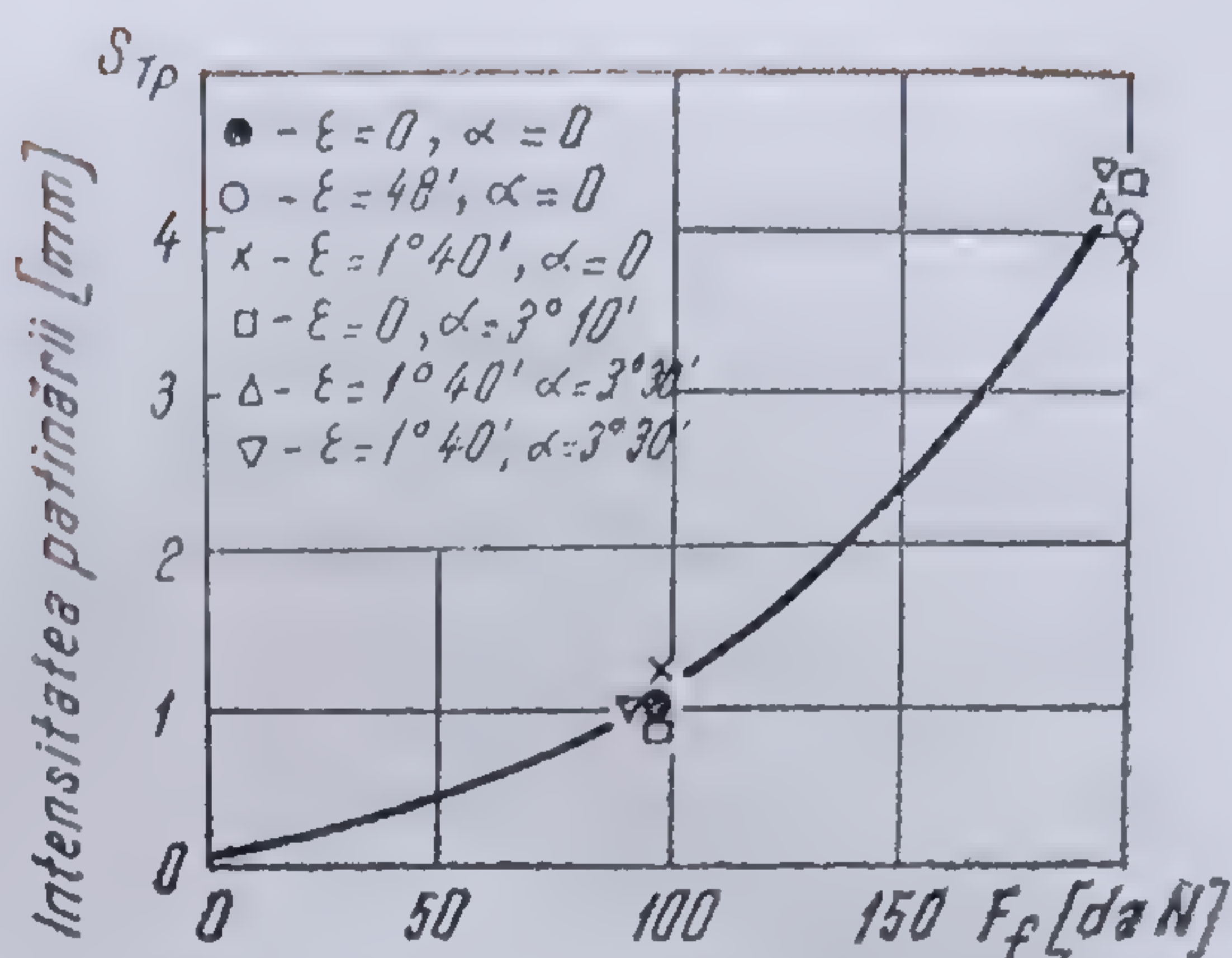


Fig. 4.120. Dependența patinării de forțele de frînare, la diferite unghiuri de cădere și înclinare longitudinală a pivotului.

valoarea optimă a convergenței pentru o intensitate minimă, utilizând relația:

$$y_i = \psi \cdot \varepsilon^2 \text{ [mm/1 000 km]} \quad (4.20)$$

în care :

ψ este un coeficient = 0,0107 ;
 ε — convergența roților, în mm.

În cazul pneurilor autocamioanelor și autobuzelor unghiul de cădere al roților de direcție și convergența, au o influență mult mai redusă asupra uzurii pneurilor în comparație cu patinarea generată de forțele de frînare aplicate roților. Dependența patinării S_{Tp} și deci a uzurii în funcție de forța de frînare F_f cu o neînsemnată influență a unghiurilor de cădere (α) și de înclinare longitudinală a pivotului (ε) este evidențiată în figura 4.120.

Utilizarea unei presiuni de regim necorespunzătoare. Presiunea de regim a pneurilor depinde de tipul pneului, puntea la care se află montat, sarcină, starea drumurilor, viteză de circulație, anotimp etc. Abaterile de la presiunea corespunzătoare, care micșorează în măsură importantă norma de rulaj a anvelopelor, pot fi în sensul unor valori mai mici sau mai mari a presiunii.

Subpresiunile aerului în pneu provoacă deformarea pronunțată a pereților laterali ai anvelopei și se mărește suprafața de contact cu drumul, ceea ce are ca efect o intensificare a uzurii benzii de rulare și a flancurilor.

În structura pneului, în zona de contact cu solul, tensiunea inițială a cablurilor de cord se reduce cu atât mai mult cu cât este mai mare aplatisarea. După ce cablurile au trecut de zona de deformare, recapătă tensiunea inițială. La fiecare rotație a roții, în firele de cord se alternează aceste solicitări de întindere și răsucire (a pliurilor). Firele de cord, la rîndul lor, sînt cuprinse în masa de cauciuc care, izolînd aceste fire, le permite o oarecare mișcare relativă de deplasare și răsucire. Cu toate calitățile cablurilor de cord și a masei de cauciuc a pliurilor, întinderea și revenirea bruscă a acestora în zona de aplatisare (contact

cu solul) provoacă o puternică încălzire a lor ca urmare a frecărilor intermoleculare. Temperatura în carcasa atinge valori ridicate, dată fiind caracteristica de izolator termic al cauciucului.

Căldura dezvoltată în pereții anvelopei produce modificări importante ale caracteristicilor fizico-mecanice. Când temperatura depășește 100°C , cablurile de cord încep să se dezlipască și în același timp, masa de cauciuc a pliurilor, rupându-se în cele din urmă. Distrugerea pliurilor de cord începe de la cele din interiorul anvelopei.

Ruperea pliurilor, la rîndul lor, duce la degradarea camerei de aer, și în final, la compromiterea pneului în ansamblu.

Practica evacuării aerului din pneuri în timpul verii, pentru a se contracara creșterea de presiune ulterioară, la rulaje îndelungate, apare ca neindicată, presiunea redusă din pneuri, conduce la creșterea consumului de combustibil pînă la 8%, în raport cu consumul normal.

Suprapresiunea din pneuri deși are o serie de consecințe nefavorabile, în exploatare nu provoacă inconveniente atît de mari ca subpresiunea. În cazul utilizării unei presiuni mai mari apar următoarele efecte:

- cablurile de cord sînt tensionate la un nivel mai ridicat;
- anvelopa se rigidizează și ca urmare, se accentuează uzura benzii de rulare pe partea sa centrală;
- apar fisuri în fundul golurilor de pe profilul benzii (crăpăturile se lărgesc la trecerea peste obstacole și corpuri ascuțite);
- se înrăutățește gradul de amortizare a șocurilor și se suprasolicită amortizoarele.

Influența unor sarcini mai mari. În pneul supraîncărcat se produce deformarea mai accentuată a carcasei și deci a pliurilor de cord precum și întinderea cablurilor. Temperatura ajunge rapid să depășească 100°C în pliurile de cord.

Efectele suprasarcinii echivalează, practic, cu suma efectelor cauzate de supratensiune și subpresiune (fig. 4.121). Tot ca urmare a utilizării frecvente a suprasarcinilor, pot apărea crăpături de diverse forme pe flancul anvelopei.

Influența vitezei de deplasare a automobilului. La viteze mari de rulaj uzura benzii de rulare a anvelopelor crește odată cu sporirea numărului de pliuri din carcasa anvelopelor, ca urmare a evacuării lente a căldurii generate în pliurile de cord interioare. De exemplu, la anvelopele cu 14 pliuri la viteza de 100 km/h uzura este de 20 de ori mai mare față de uzura la viteza de 50 km/h . În general viteza de exploatare solicită anvelopele în același mod ca o suprasarcină. Odată cu creșterea vitezei de deplasare a automobilului, norma de rulaj a anvelopelor scade.

Influența formării electriceității statice în timpul deplasării. Ca urmare a contactului

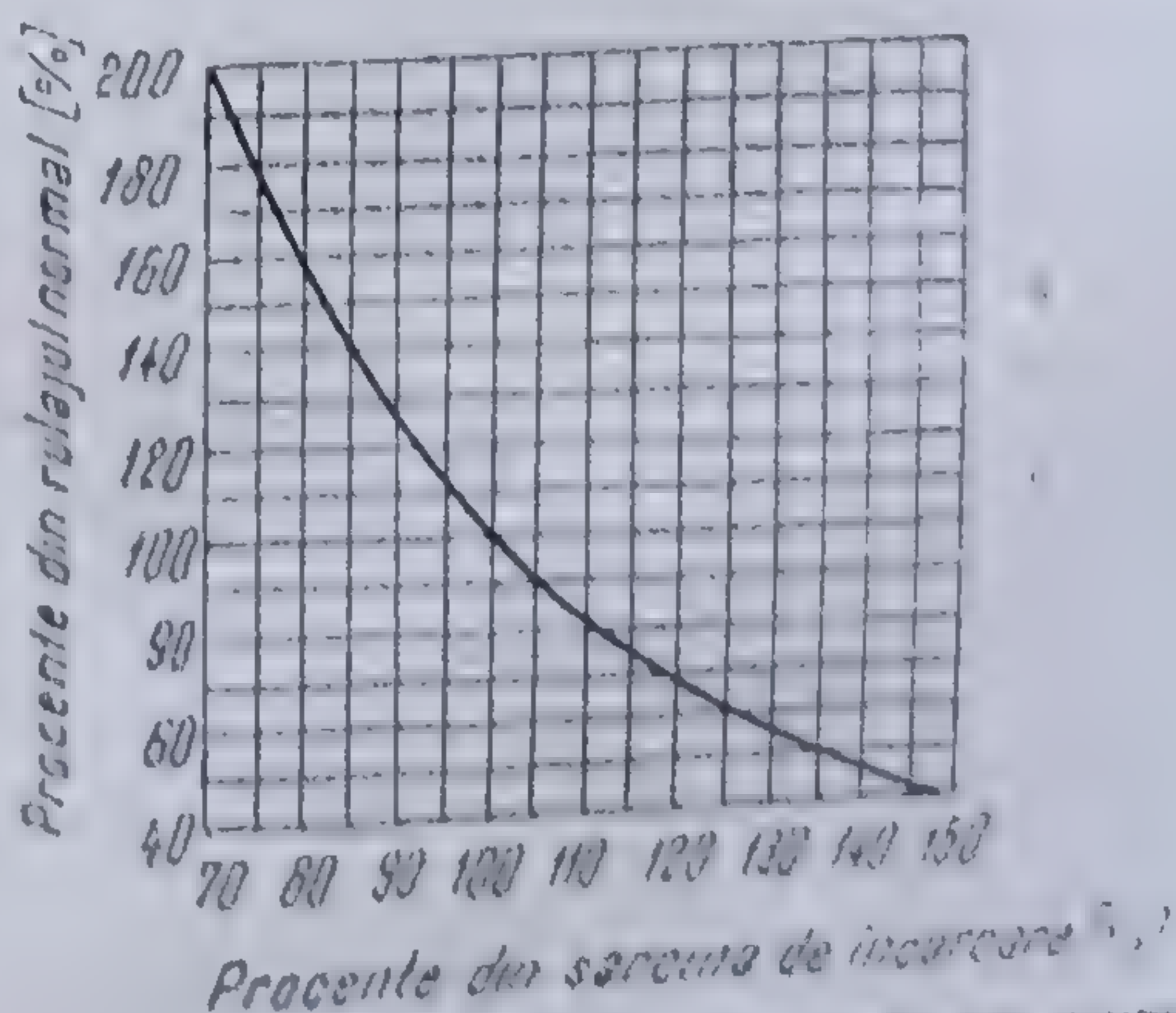


Fig. 4.121. Influența sarcinii de încărcare asupra normei de rulaj a pneului.

benzii de rulare a pneului cu suprafața drumului, în zona de contact apare electricitatea statică. Tensiunile electrice care se dezvoltă în pneuri pot ajunge la 100 000 V. Unul din efectele negative, generate de această încărcare cu electricitate statică a pneului, este descărcarea electrică între anvelopă și cameră, cu generare de ozon. Ozonul accelerează fenomenul de îmbătrânire a cauciucului.

Influența stării drumurilor. Durabilitatea pneurilor este strâns legată de starea drumului pe care rulează pneurile. Degradarea mecanică a benzii de rulare și a flancurilor pneurilor, la circulația pe drumuri slab amenajate, micșorează norma de rulaj a pneurilor. Astfel, dacă se consideră durata de serviciu de 100% la circulația pe asfalt cu suprafața netedă, în cazul deplasărilor pe pavele de piatră, durata de serviciu este de 65%, pe asfalt deteriorat 55%, iar pe drumuri împietruite cu pietriș mișcător 20%.

Influența condițiilor atmosferice neprielnice. Factorii de mediu care pot influența negativ norma de rulaj a pneurilor sînt: temperatura, umiditatea, lumina solară.

Temperatura mediului înconjurător modificîndu-se odată cu anotimpul, influențează diferit uzura pneurilor (fig. 4.122).

Apa, care provine de la ploi, se poate infiltra în eventualele tăieturi ale flancurilor sau ale benzii de rulare și poate să fie absorbită de cablurile de cord, diminuînd rezistența lor la rupere, mai ales dacă acestea sînt din viscoză.

Lumina solară accelerează îmbătrînirea cauciucului, fapt care impune o serie de măsuri de protecție a pneurilor depozitate, a expunerii roților de rezervă etc.

Dezechilibrarea roților în procesul de exploatare este rezultatul uzurii neuniforme a benzii de rulare, a modificării poziției inițiale a pneului pe jantă, a lovirii și deformării jenților etc.

Dezechilibrul apare cînd centrul de greutate al roții G (fig. 4.123) este deplasat în raport cu centrul de rotație O . În raport de poziția centrului de greutate față de centrul de rotație există: dezechilibru static și dinamic.

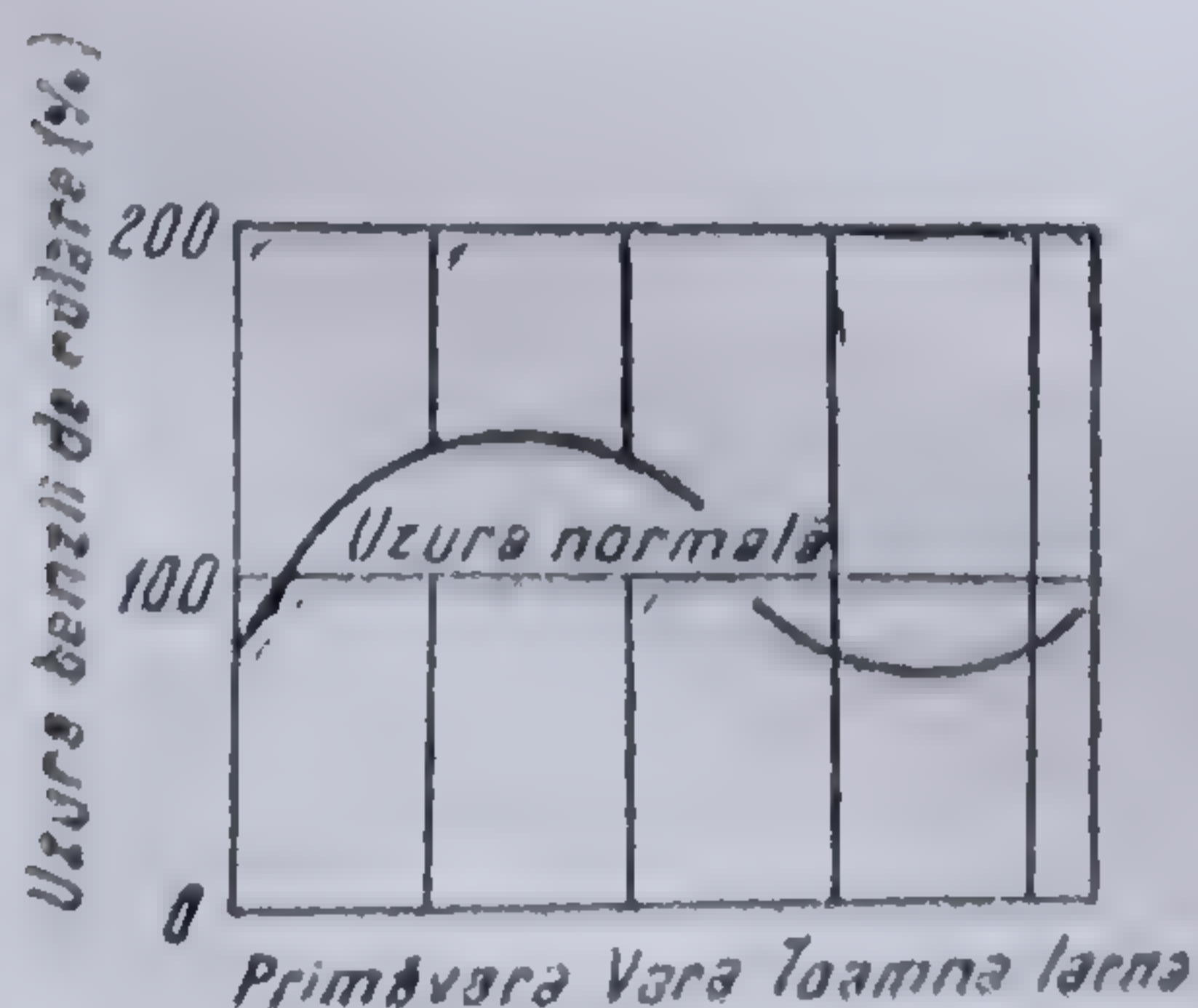


Fig. 4.122. Variația uzurii în dependență de anotimp.

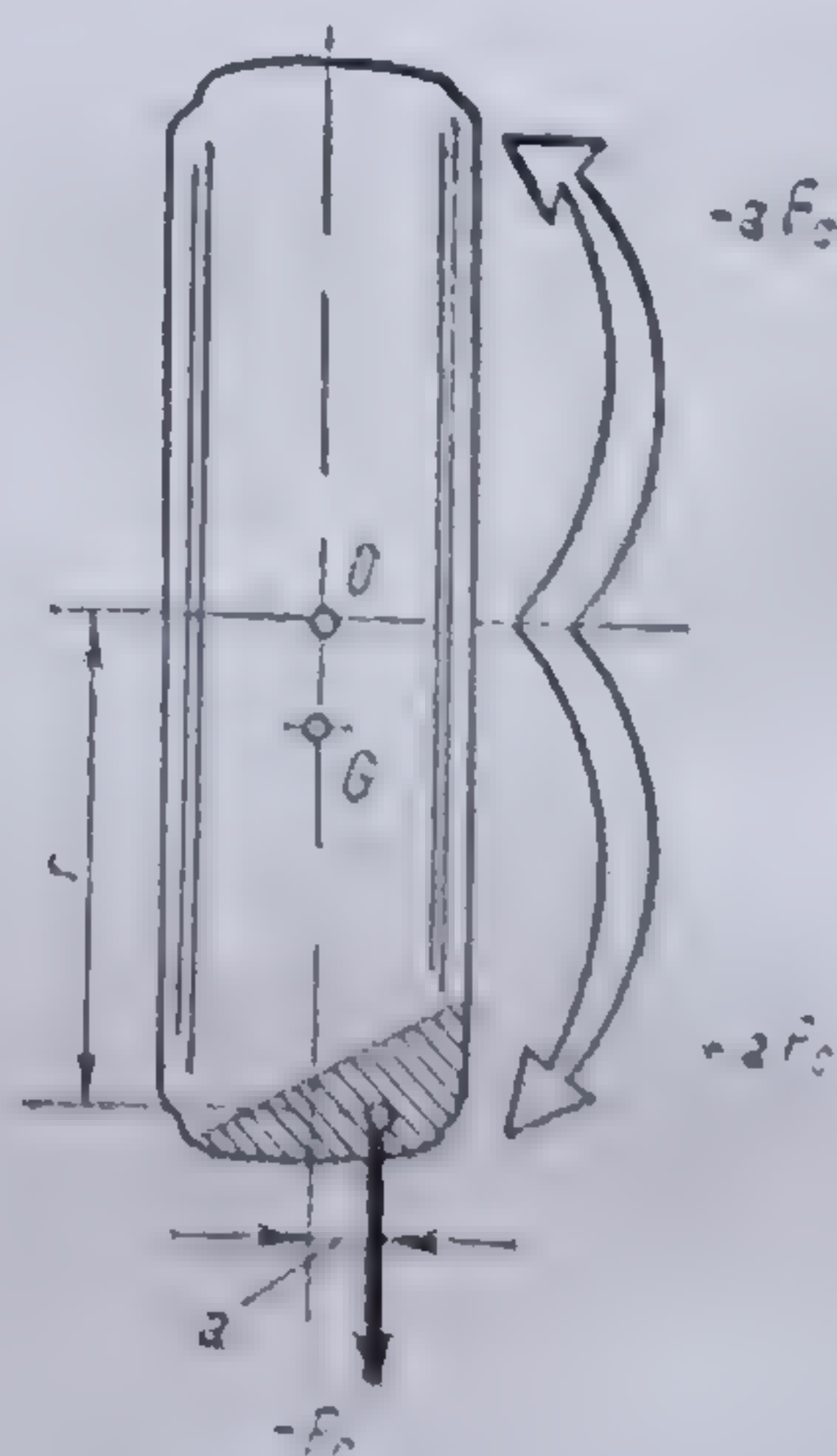
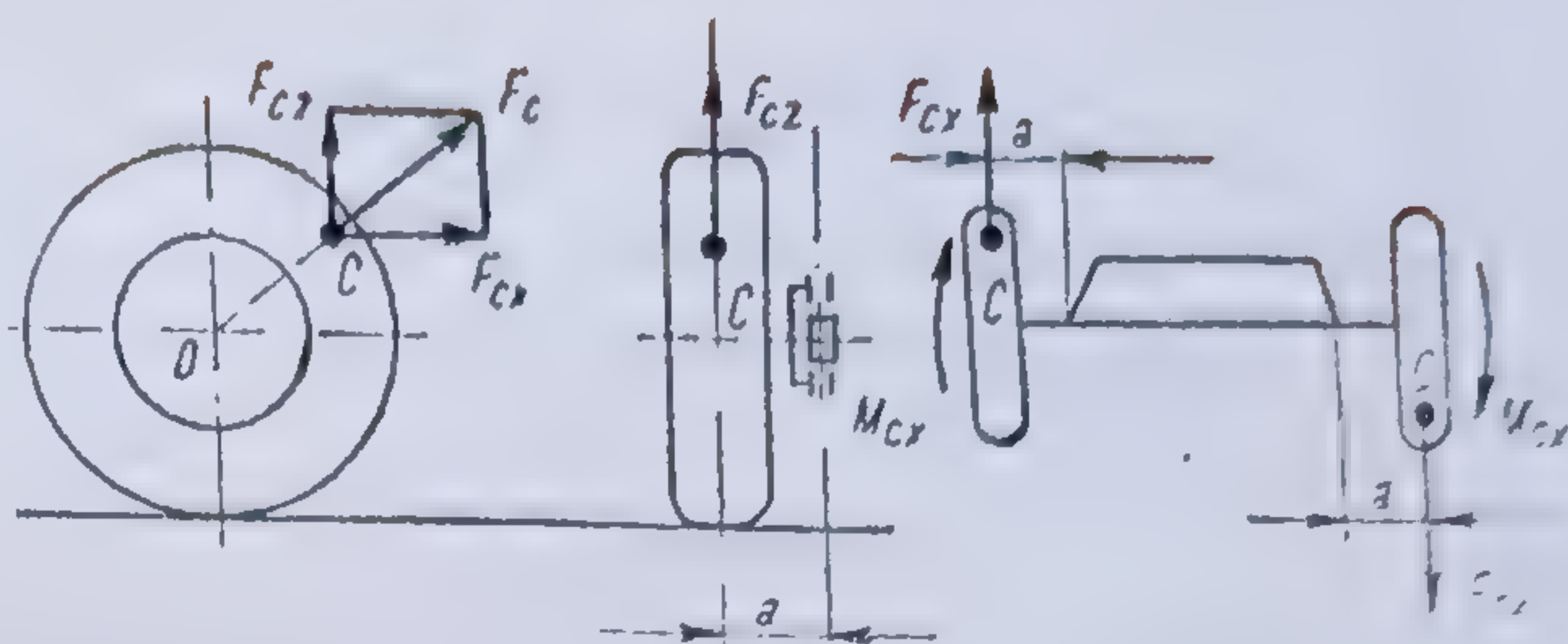


Fig. 4.123. Dezechilibrul static și dinamic.

Fig. 4.124. Schema de acțiune a forțelor și momentelor de dezechilibrare al roților de direcție.



Dezechilibrul static apare în cazul în care centrul de greutate este deplasat față de centrul O, dar se află în același plan.

În acest caz, în timpul rotirii roții, rulmenții de la butucul roții, sînt solicitați la forța centrifugă:

$$F_c = m \cdot r \cdot \omega^2$$

unde m este masa neechilibrată a roții, r distanța de la punctul de aplicație al acestei mase la centrul de rotație și ω viteza unghiulară a roții.

Dezechilibrul dinamic apare în cazul, în care, centrul de greutate este deplasat și lateral (adică se află într-un plan paralel cu planul de simetrie al centrului roții) la distanța a .

În acest caz apare în plus și un cuplu în raport cu centrul de rotație, care determină oscilații direcționale ale automobilului:

$$M = \pm a \cdot m \cdot r \cdot \omega^2$$

Forța neechilibrată F_c produce un cuplu suplimentar în raport cu axul pivotului fuzetei (fig. 4.124).

Sensul cuplurilor poate fi același sau diferit la ambele roți (fig. 4.124) generînd o instabilitate accentuată a direcției.

Oscilațiile unghiulare ale roților sînt însoțite de deformații laterale ale pneurilor, care dau naștere la momente de restabilire. Aceste momente la anumite valori ale vitezei de deplasare, pot determina apariția unor oscilații spontane neatenuate, care pot intra în rezonanță cu oscilațiile proprii ale întregului sistem al roților de direcție și suspensiei influențînd puternic traiectoria de mers a automobilului.

Forța centrifugă excedentară pe una din părțile anvelopei, provoacă o izbitură în momentul atingerii solului, fapt care duce la distrugerea anvelopei, prin uzură, și la micșorarea confortului. Banda de rulare, în cazul dezechilibrului, este supusă abraziunii mereu în aceeași zonă și se nasc pete de uzură izolate.

Modificarea valorii unghiurilor de așezare al roților de direcție. Uzura rulmenților de la butucii roților, uzura pivotilor și a bușelor de pivoti, precum și a capetelor de bară a pîrghiilor de direcție, au ca efect modificarea unghiurilor de așezare al roților (fig. 4.125).

Modificarea geometriei roților de direcție conduce, în general, la: uzura excesivă și neuniformă a anvelopelor roților de direcție, periclitarea stabilității direcției, manabilității automobilului, creșterea consumului de combustibil.

Modificarea în sensul creșterii unghiului de înclinare longitudinală a pivotului (unghiul de fugă) — γ — îngreunează manevrarea direcției, crescînd efortul la volan.

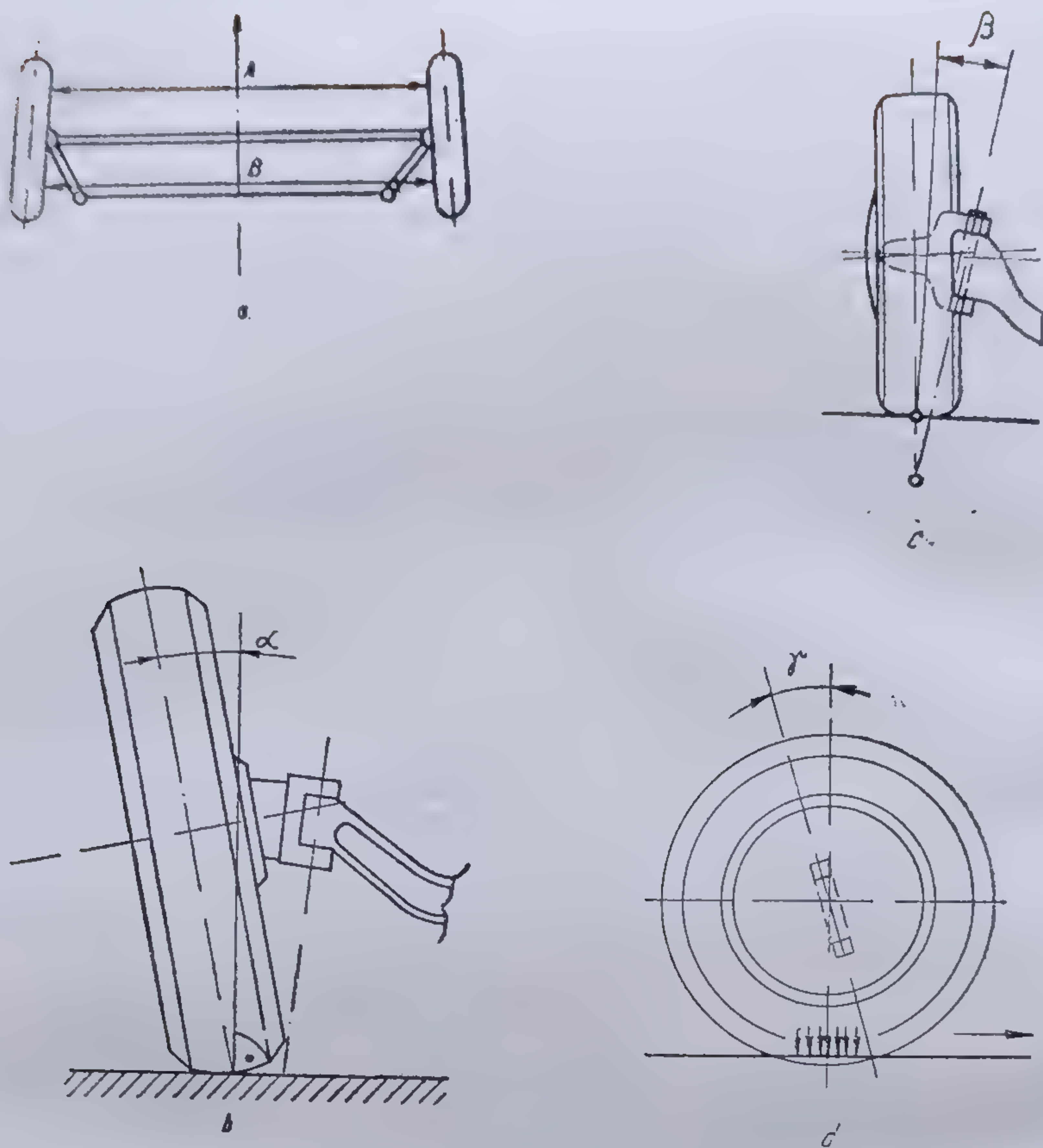


Fig. 4.125. Unghiurile de așezare a roților:
 a — de convergență; b — de cădere al roții; c — de înclinare transversală a pivotului; d — de înclinare longitudinală a pivotului.

Unghiul de convergență $A - B$ prin abaterea sa de la valoarea inițială, provoacă uzura rapidă a pneurilor roților din față. Tot ca efect al unei convergențe exagerate apare și creșterea consumului de combustibil ca urmare a creșterii rezistenței la rulare.

Valorile prea mari ale unghiului de cădere al roții — α — favorizează o uzură accentuată a umărului exterior al benzii de rulare.

Când acest unghi este prea mic (în exploatare, în mod obișnuit tendința este de scădere a unghiului α), se mărește solicitarea sistemului de asigurare a rulmenților de la butucii roților de direcție iar manevrabilitatea automobilului se îngreunează.

Diagnosticarea stării tehnice a sistemului de rulare și operații de întreținere tehnică. Diagnosticarea stării tehnice a sistemului de rulare cuprinde următoarele operațiuni: verificarea geometriei roților de direcție și echilibrarea lor.

Verificarea geometriei roților de direcție. Înainte de a se începe verificarea propriu-zisă; este necesar să se execute o serie de operațiuni pregătitoare:

— automobilul se așază pe platourile rotitoare, pe un teren orizontal cu o abatere de la orizontalitate de ± 1 mm;

— se verifică și se restabilește presiunea în pneuri conform prescripțiilor firmei constructoare; de mînă:

— roțile directoare se aduc în poziția de mers rectiliniu:

— automobilul se apasă de cîteva ori pentru așezarea corectă;

— se reduc, în prealabil, jocurile din mecanismul de direcție la valorile nominale, precum și jocurile din rulmenții buturilor roților de direcție.

— se acționează frîna

Aparatele utilizate, diferă după principiul constructiv, fiind de tip mecanic, cu bule de nivel (GARO URSS) sau optice (PKO Polonia), VIC-Optoflex-Anglia, Compact-RFG etc.

În ultimul timp, aparatul optic, caracterizat prin precizia ridicată a măsurărilor și ușurința manevrării, are o răspîndire din ce în ce mai largă. Instalația are în compunerea sa: două proiectoare cu dispozitivele cu care se centrează și se montează pe jentile roților, două ecrane cu scări unghiulare 1, două ecrane cu scări liniare 1', două tije telescopice care au, la un capăt o scală liniară 2, iar la celelalte indicatoare triunghiulare de reper, un transformator 220/6,2 V și platouri rotitoare 3 (fig. 4.126).

Procedee de măsurare. Cu acest aparat se pot efectua următoarele verificări și măsurători:

- verificarea bătăii jantelor;
- verificarea unghiurilor de cădere, de înclinare transversală și longitudinală a pivotului fuzetei și de bracare;
- verificarea convergenței.

Verificarea bătăii jantelor, începe după ce în prealabil s-au montat proiectoarele la roțile din față, care sînt plasate pe platourile instalației.

Se reglează apoi poziția proiectorului astfel încît axa sa de rotație să coincidă cu axa roții, se ridică cu cricul puntea din față pînă cînd se pot roti roțile liber.

Se aduce scala liniară a barei 2, din fața automobilului, în zonă de bătăie a proiectorului. Distanța a , la care se plasează bara în fața automobilului depinde de diametrul jantei. După reperarea barei 2 și reglarea clarității spotului, cu o mînă se reține proiectorul fix și în același timp se rotește roata încet, urmărindu-se deplasarea spotului luminos pe scala riglei 2, și se rețin valorile limită ale deplasării spotului.

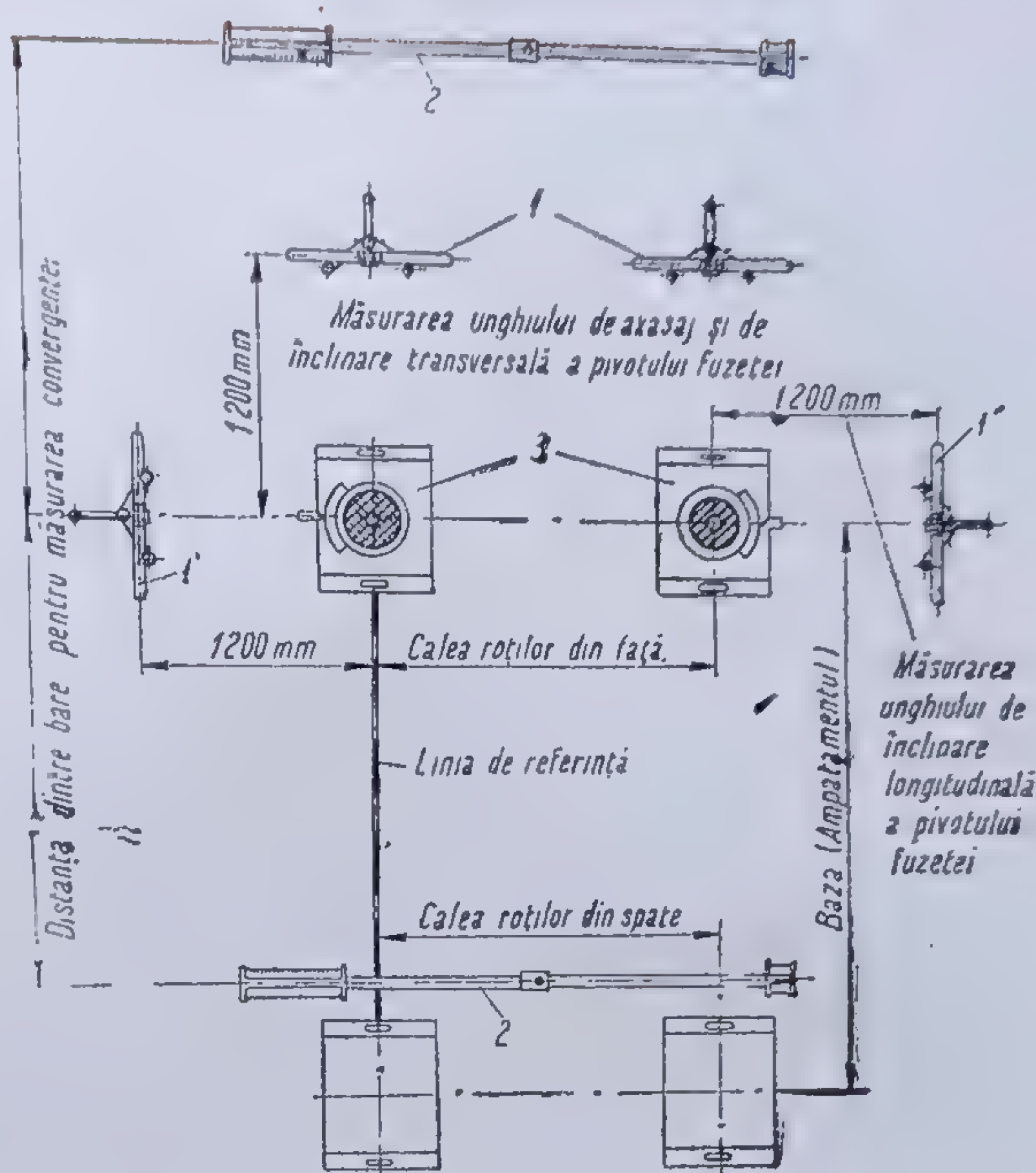


Fig. 4.126. Elementele instalației de măsurare a unghiurilor roților de direcție.

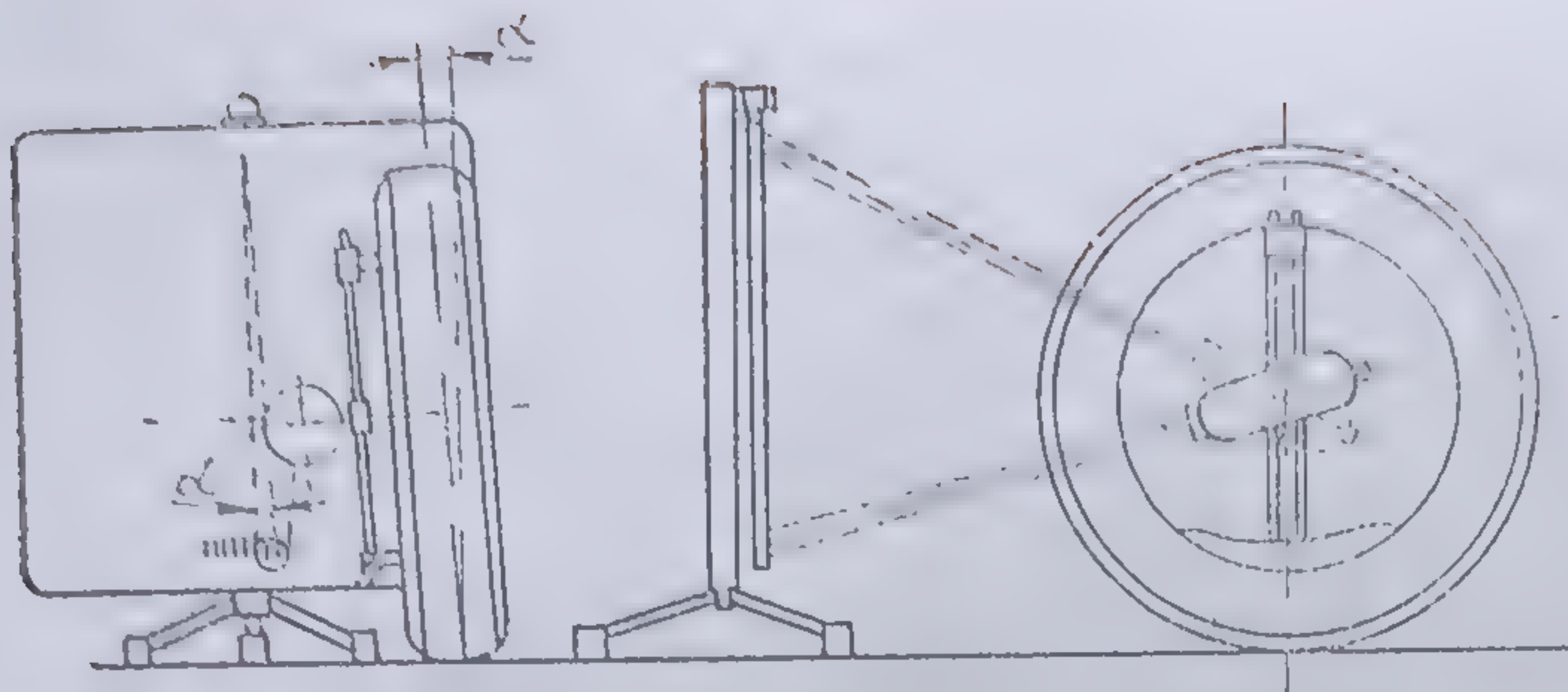


Fig. 4.127. Măsurarea unghiului de cădere al roții.

Se va marca cu creta pe anvelopă poziția roții care corespunde celei mai mari valori a deplasării spotului spre exteriorul scalei. Această operațiune repetându-se la cealaltă roată.

Automobilul se coboară de pe cric cu roțile pe platourile rotitoare în așa fel încât, reperele care au fost marcate cu creta pe anvelope să fie dispuse orizontal la înălțimea axei roților. Dacă bătaia depășește 3 mm, janta trebuie schimbată sau îndreptată. La verificările ulterioare, cu ajutorul dispozitivelor proiectului, poziția acestuia va fi modificată pînă cînd prin învîrtirea roții pe scala barei de reglare 2 spotul rămîne imobil.

Verificarea unghiului de cădere. Se orientează roțile din față pe direcția de rulare rectilinie simetric față de axa longitudinală. Orientarea se poate efectua cu ochiul liber.

Se blochează platourile rotitoare, iar proiectorul se orientează cu fasciculele spre direcția de mers înainte, anulîndu-se în prealabil efectul bătăii jantei.

Ecranele 1 se dispun în fața automobilului paralel cu axa din față (la circa 1 200 mm de aceasta), și se reglează poziția panourilor cu ajutorul nivelelor cu bulă de aer pe care le au acestea.

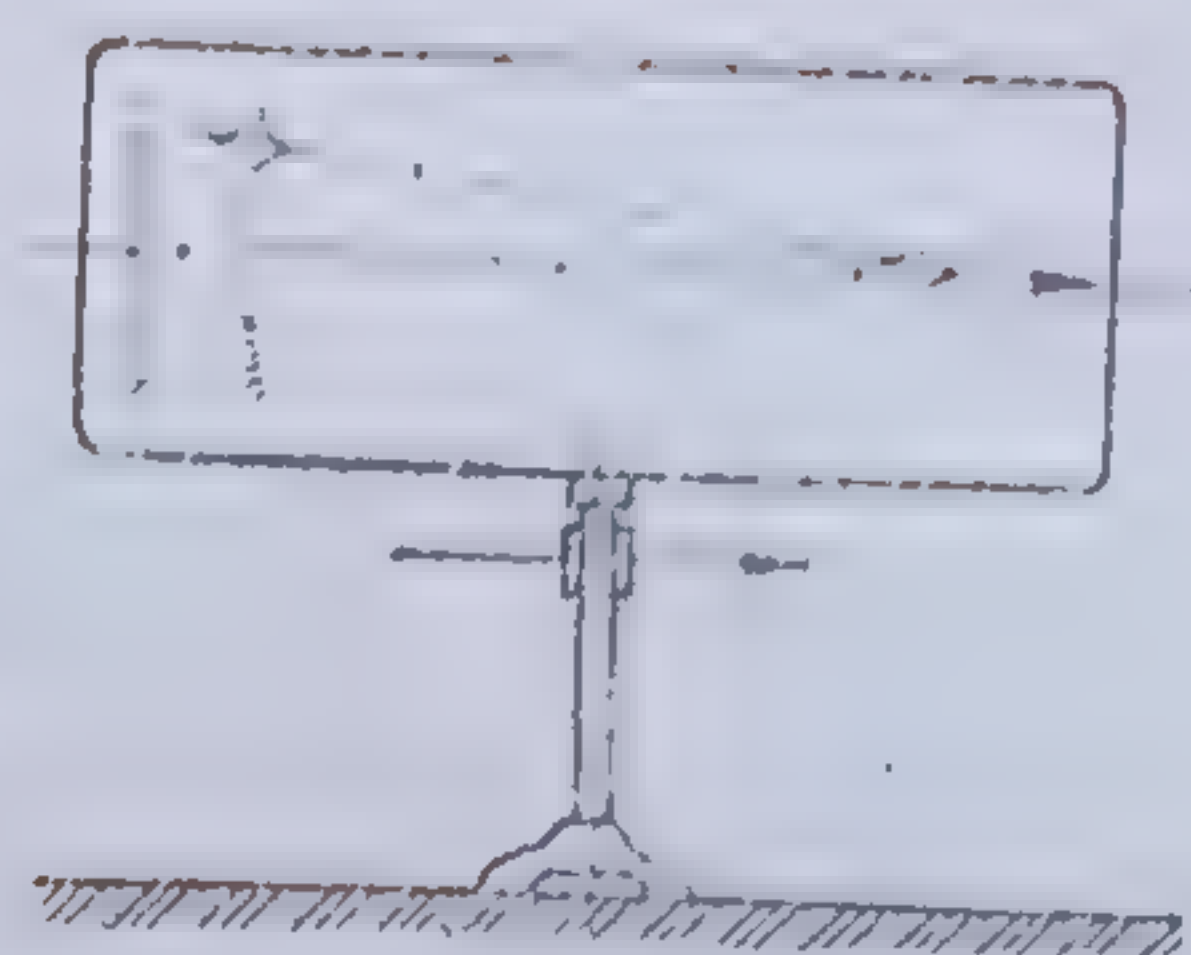
După reglarea clarității spotului, acesta se îndreaptă spre vîrfurile axului vertical al panoului, unde se suprapune cu vîrfurile săgeții. Spotul, prin rotirea proiectorului, se îndreaptă de la vîrfurile axului vertical spre scala unghiulară inferioară, unde se citește valoarea unghiului de cădere (fig. 4.127).

Verificarea unghiului de înclinare transversală al pivotului fuzetei. Panourile 1 se rotesc și se așază în plan orizontal (fig. 4.128). Apoi se rotește volanul pînă cînd spotul luminos este adus în vîrfurile săgeții axului (modificînd corespunzător pentru aceasta, și poziția proiectorului pentru a coincide spotul luminos cu vîrfurile săgeții).

Se rotește volanul în sens invers, pînă cînd imaginea luminoasă este adusă pe scala unghiulară (care acum se găsește dispusă în plan vertical) citîndu-se unghiul de înclinare transversală al pivotului fuzetei. Acest unghi are valoare pozitivă cînd se citește deasupra reperului zero.

Verificarea unghiului de înclinare longitudinală al pivotului fuzetei. Pentru aceasta se aduc roțile pe direcția de mers rectiliniu, se așază ecranul lateral, paralel cu axa longitudinală a automobilului la circa 1 000 mm de centrul platoului rotitor și se reglează poziția ecranului astfel ca intersecția celor două axe ale sale să se afle la înălțimea axului roții (fig. 4.129).

Se montează apoi proiectorul în dispozitivul său, cu axa sa longitudinală de simetrie perpendicular pe planul roții (în prelungirea axei roții).

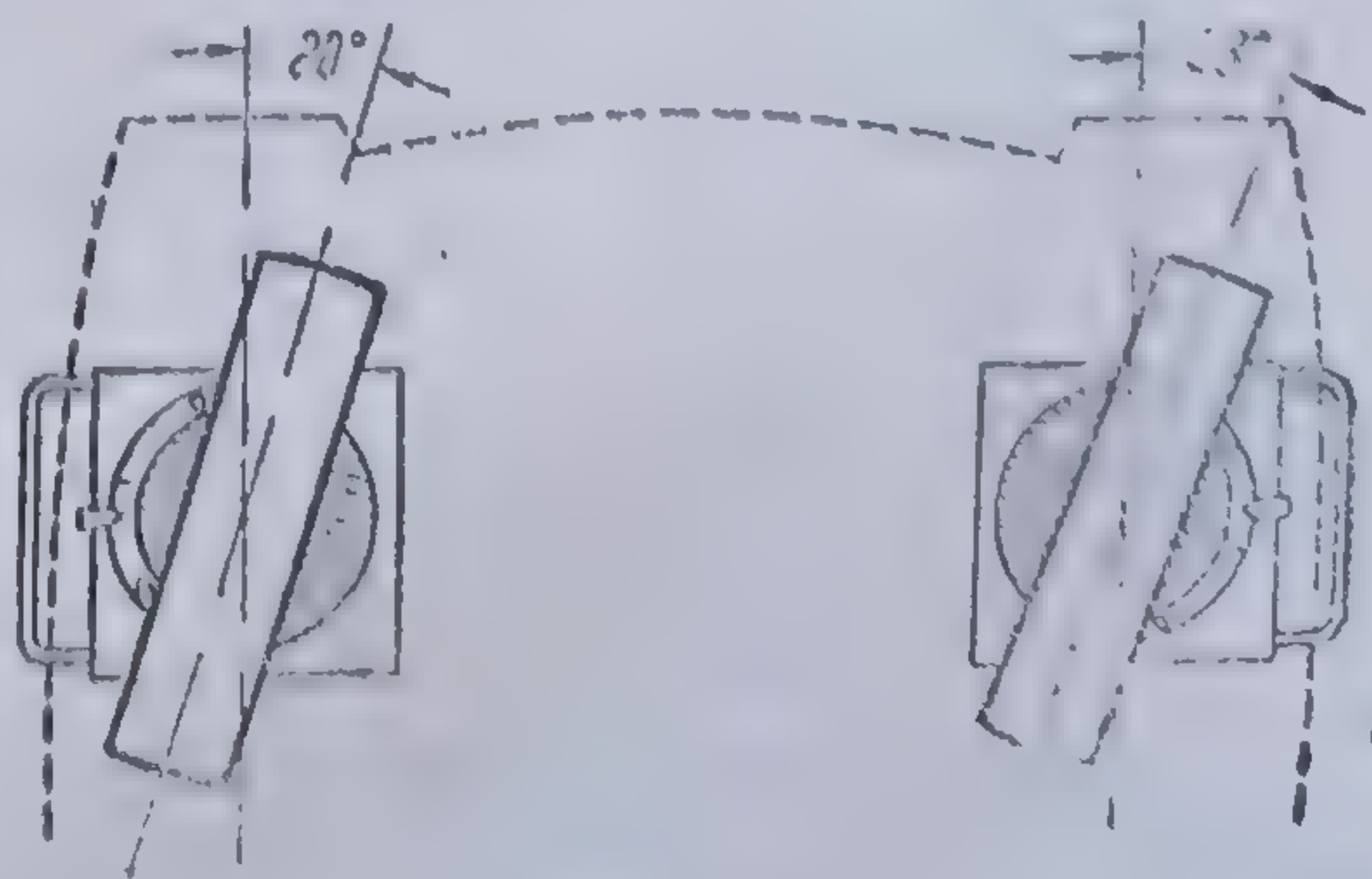


După ce se reglează claritatea imaginii spotului luminos, se manevrează volanul în așa fel încît, spotul luminos să se suprapună pe vârful axei X. Se rotește volanul în sens invers, pînă cînd vârful indicator al spotului luminos este adus pe scala unghiulară unde se citește valoarea unghiului de înclinare longitudinală a pivotului. Unghiul este pozitiv cînd spotul se va găsi sub axa orizontală.

Verificarea unghiurilor de brăcare. Măsurarea unghiurilor de brăcare ale roților de direcție se efectuează cu ajutorul platourilor turnante pe care stau roțile de direcție, astfel:

— se aduc roțile din față pe direcția de mers rectiliniu, situație în care scalele unghiulare ale platourilor turnante trebuie să se afle cu gradația zero în dreptul săgeții indicatoare (v. poz. 3 fig. 4.126 și fig. 4.130);

— se repetă operația pentru roata din dreapta, manevrînd volanul spre dreapta, pînă cînd platoul din stînga ajunge la indicația 20° .



259

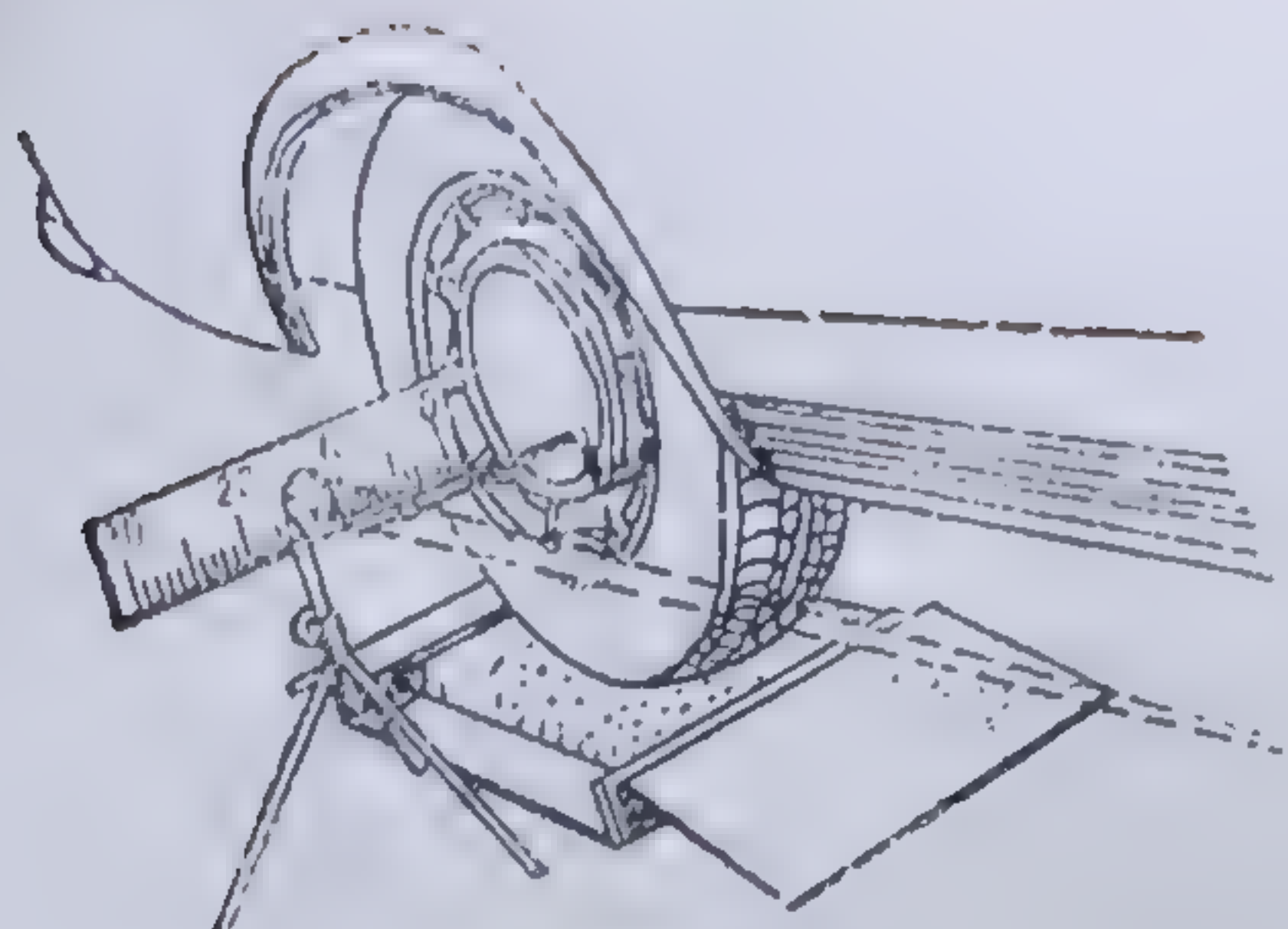


Fig. 4.131. Dispozitiv pentru poziționarea roților.

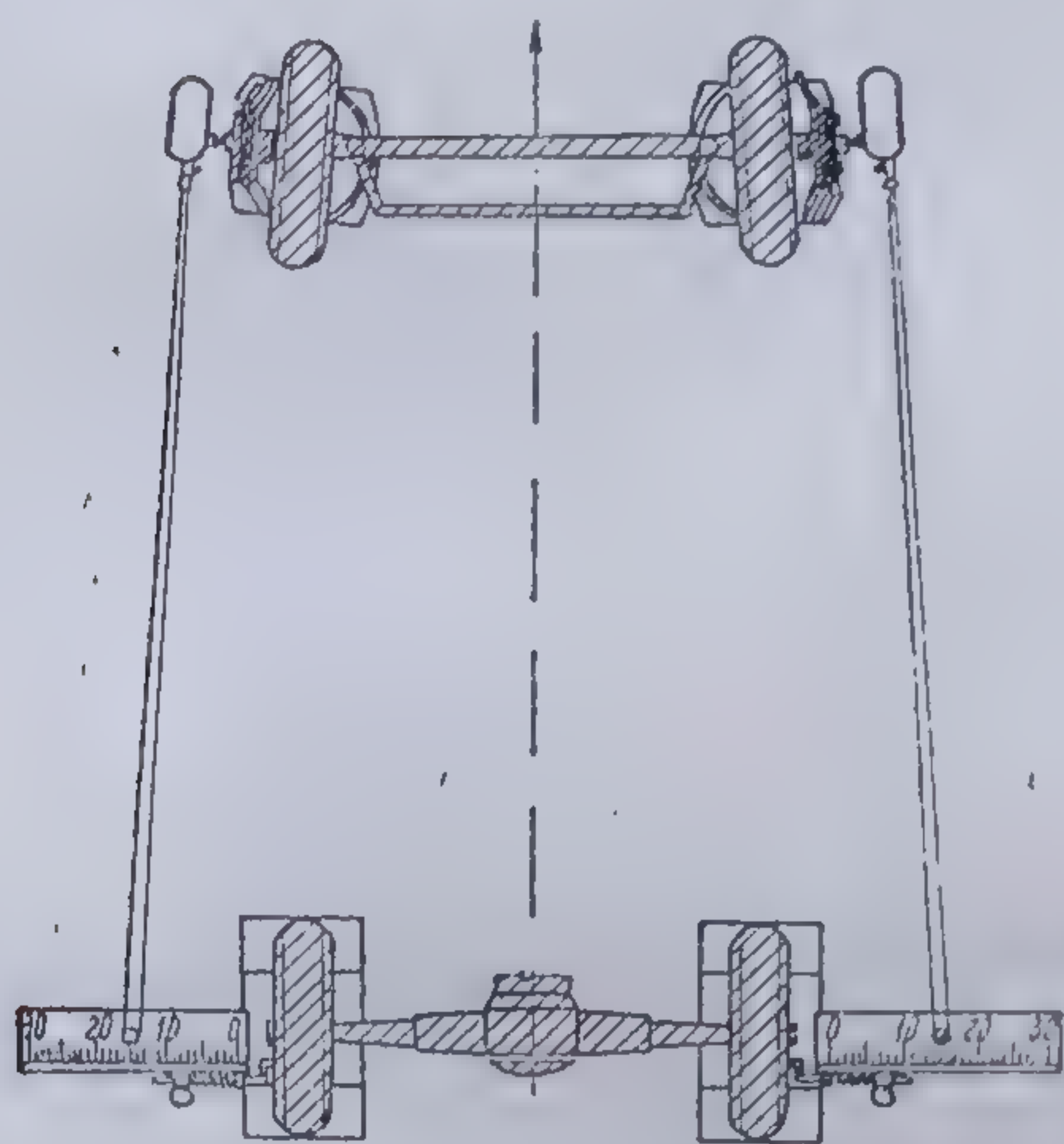


Fig. 4.132. Verificarea paralelismului roților.

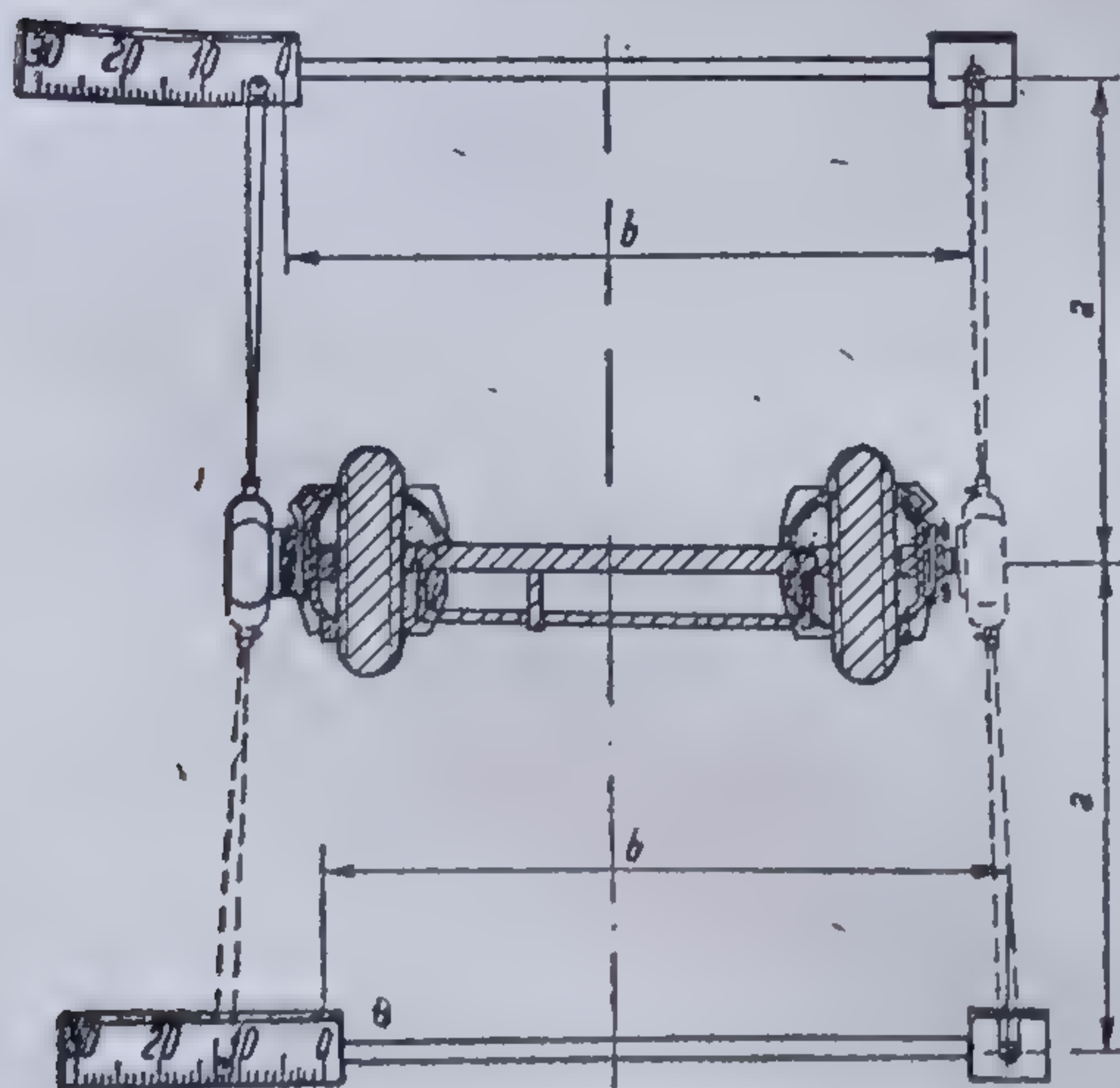


Fig. 4.133. Măsurarea convergenței roților de direcție.

scalele să se afle de aceeași parte a automobilului.

— știind că proiectoarele sînt corect centrate (de la operațiile anterioare), spotul luminos al proiecteurului din dreapta se va așeza pe reperul

Unghiul de bracare al roții din interiorul virajului, trebuie să fie mai mare decît cel al roții din exterior cu $2^{\circ}30' \dots 5^{\circ}30'$, în funcție de ampatamentul automobilului și ecartamentul roților, cînd roata vecină este virată cu 20° spre interiorul virajului.

Verificarea paralelismului roților. Înainte de verificarea convergenței roților de direcție se face măsurarea și reglarea paralelismului roților pentru deplasarea rectilinie, pentru a se evita erorile introduse de trapezul de direcție la măsurătorile ulterioare. Această poziționare a roților se face în raport cu roțile din spate cu ajutorul indicatoarelor auxiliare (fig. 4.131).

Pentru a se realiza poziționarea paralelă, se rotește volanul căutînd să se așeze roțile de direcție în poziție de deplasare rectilinie. Proiectoarele montate la roțile din față se rotesc spre indicatoarele ajutătoare din spate ca în figura 4.132.

După aceea se rotește volanul pînă cînd se obțin aceleași indicații pe cele două table ajutătoare din spate. Aceasta este considerată poziția corectă a roților pentru deplasare rectilinie, ca poziție de referință pentru măsurarea convergenței roților.

Verificarea convergenței. Pentru această verificare se utilizează riglele telescopice 2 (v. fig. 4.126). Verificarea decurge în felul următor:

— se orientează roțile pentru mers rectiliniu și se așază barele cu scală liniară în raport cu automobilul (fig. 4.133) la distanțele a , indicate în cartea tehnică a aparatului respectiv.

— barele vor trebui reglate riguros pentru a avea aceeași lungime și așezate astfel încît,

de la capătul barei aflate între axele automobilului (se va mișca bara transversal pînă cînd se va realiza reperarea exactă);

— același proiector se va roti cu 180° pentru a suprapune spotul său luminos pe reperul barei din fața automobilului: (și această bară dacă este cazul va fi deplasată lateral pentru coincidența spotului luminos cu reperul). Proiectorul montat pe roata din stînga, se îndreaptă spre scala liniară a barei din spate aflate între axele automobilului și se citește valoarea găsită pe scală. Se rotește apoi proiectorul cu 180° spre scala barei din fața automobilului, și se citește valoarea. Diferența dintre indicația de pe scala barei dintre axele automobilului și indicația de pe scala barei din față, reprezintă valoarea convergenței, în mm. Dacă prima citire este mai mare ca a doua, convergența este pozitivă și invers.

Echilibrarea roților. Aparatele pentru echilibrarea roților dau posibilitatea determinării valorii masei dezechilibrului și al poziției unghiulare a masei neechilibrate și pot permite echilibrarea roții demontate sau montate pe automobil.

Diagnosticarea rapidă și precisă a masei neechilibrate și a poziției unghiulare a acesteia, se efectuează cu ajutorul mașinilor de echilibrat roți, fără demontare de pe automobil, denumite și *mașini cu funcționare la rezonanță*.

Mașina de echilibrat cu funcționare la rezonanță este formată dintr-un motor electric (fig. 4.134) pe al cărui arbore este instalat un disc de antrenare 1 al roții (la echilibrare se ridică roata și se antrenează cu acest disc). Instalația mai cuprinde un traductor inductiv 2, care se montează sub unul din elementele punții, solidar cu roata (brațul superior al suspensiei, trompa arborilor planetari etc.). Traductorul sesizează deplasările oscilatorii ale elementului legat de roată și le transformă în impulsuri electrice proporționale cu viteza de rotație a centrului roții. În același timp, la fiecare oscilație, traductorul pune în funcție lampa stroboscopică 4, care emite un fascicul luminos de foarte scurtă durată. Instalația mai dispune de un milivoltmetru 3, pe care se citesc tensiunile date de traductor, proporționale cu viteza centrului roții.

Pentru a detecta locul în care va trebui să se amplaseze contragreutatea pentru echilibrare, înainte de începerea lucrării, se face un semn pe flancul anvelopei (de obicei în dreptul valvei) cu creta. După ce roata a fost ridicată pe cric, se antrenează cu șaiba motorului electric pînă la o turație superioară celei de rezonanță (turația de rezonanță este dată de antrenarea roții cu o viteză unghiulară proprie oscilației libere a ansamblului suspensiei-roată). După atingerea acestei turații, se îndepărtează discul rotitor de roată, care se lasă să se rotească liberă, și se urmărește indicația milivoltmetrului care are și o scală proporțională cu masa neechilibrată, fiind etalonată în grame. Datorită iluminării cu lampa stroboscopică, pentru observator, roata apare statică, cu semnul aflat într-o anumită poziție (fig. 4.134, b). Lampa stroboscopică va ilumina roata în poziția în care masa neechilibrată ocupă cea mai joasă poziție.

Roata se va opri prin frînare și se așază în poziția în care a fost observat semnul, cînd roata se găsea în mișcare și era iluminată cu lampa stroboscopică, adică masa neechilibrată se află în zona inferioară, deci locul în care trebuie să se plaseze contragreutatea se va afla diametral opus (în partea de sus a jantei). Această primă fază reprezintă echilibrarea statică. Pentru echilibrarea dinamică, se așază traductorul induc-

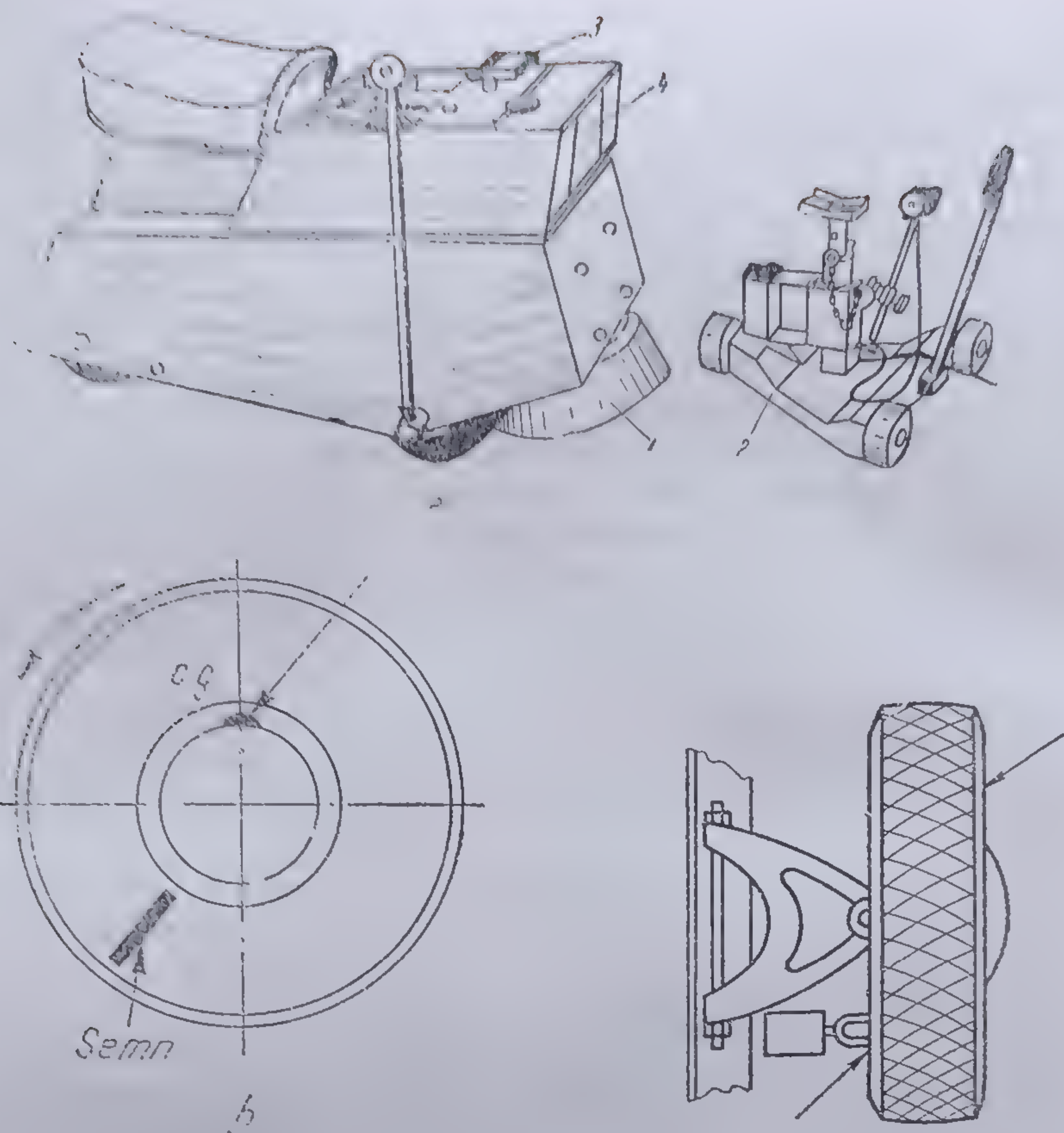


Fig. 4.134. Echilibrarea roților :

a — mașina de echilibrat ; b — aspectul virtual al roții, iluminată de lampa striboscopică ;
c — modul de așezare al contragreutăților (indicația săgeților) la echilibrarea dinamică.

tiv în poziție orizontală în apropierea discului fix al roții. Dacă roata nu este echilibrată și dinamic, atunci cuplul creat de masele neechilibrate și masa adițională, în timpul mersului vor provoca oscilații ale roții în jurul pivotului fuzetei.

Procedeul echilibrării dinamice este similar cu cel folosit la echilibrarea statică. Astfel, se antrenează roata pînă la o viteză superioară pulsației de rezonanță, apoi se lasă roata liberă și cu ajutorul milivoltmetrului se stabilește momentul atingerii regimului de rezonanță. În acest moment se observă poziția pe care o ocupă semnul de pe roată.

Se oprește roata și se așază în poziția în care se găsea semnul cînd se afla în mișcare. Masa de echilibrare, care este indicată de aparatul de măsură, se împarte în două părți egale și se dispune diametral opus, una în partea de jos în interiorul jantei, iar cealaltă jumătate în partea superioară exterioară jantei (fig. 4.134, c).

Operațiile de întreținere tehnică a sistemului de rulare sînt:

- reglarea rulmenților la butucii roților;
- reglarea unghiurilor roților de direcție;
- echilibrarea roților;
- permutarea roților;
- înlocuirea bucșelor de la pivoții fuzetelor.

Reglarea rulmenților butucilor roților are scopul de a elimina jocul rulmenților. Operațiunea constă în înșurubarea piuliței de strîngere

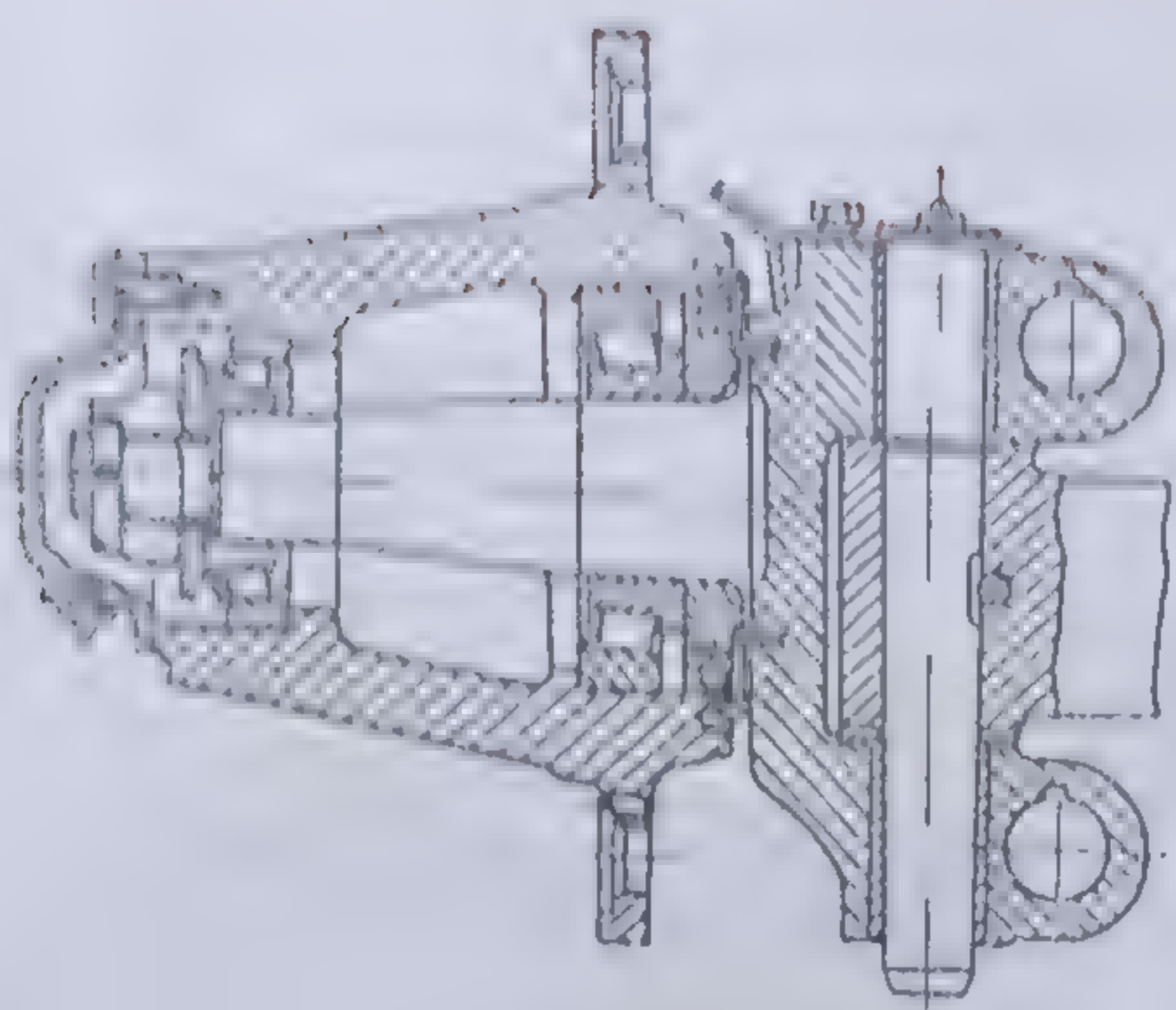


Fig. 4.135. Elementele de reglare a rulmenților.

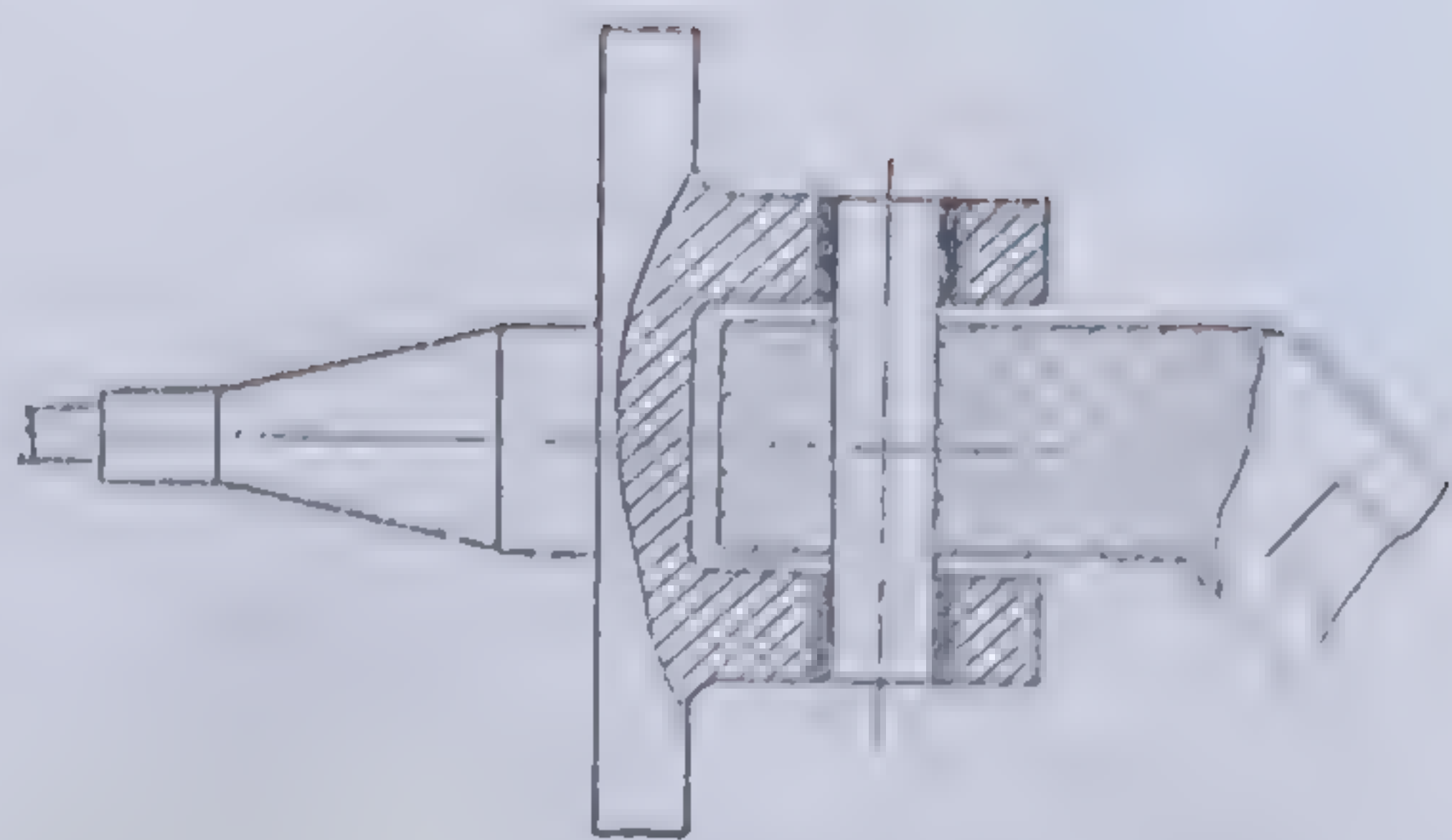


Fig. 4.136. Ansamblul pivot-fuzetă-grindă punții din față.

pină cind roata se va putea roți greu cu mîna. După aceasta se desurubează cu $360 \dots 440^\circ$ și se asigură piulița (fig. 4.135).

După reglare, roata nu trebuie să aibă joc axial, dar în același timp trebuie să se rotească liber, fără a avea tendința de agățare sau blocare. Proba reglajului se face pe un parcurs de 8—10 km unde se măsoară drumul liber parcurs de automobil, gradul de încălzire al butucilor. Încălzirea trebuie să fie neînsemnată în cazul unui reglaj corect.

Posibilitățile de reglare a unghiurilor roților de direcție sînt limitate și diferă în funcție de tipul constructiv al autovehiculului:

- la *autovehiculele grele* (autocamioane, autobuze) și la unele autoturisme, care au puntea din față formată dintr-o grindă rigidă cu fuzetă și pivot de fuzetă (fig. 4.136) corectarea unghiului de cădere al roții, de înclinare transversală și longitudinală a pivotului se poate realiza prin înlocuirea bușelor pivotului fuzetei și îndreptarea grinzii punții din față și eventual înlocuirea sau recondiționarea pivotului fuzetei;

- la *autoturisme*, în general autovehicule cu suspensie independentă, se poate regla, la unele tipuri, în afara unghiului de convergență, unghiul de cădere al roții sau unghiurile de înclinare transversală sau longitudinală a pivotului fuzetei.

De exemplu, în figura 4.137 se observă posibilitatea reglării unghiului de cădere și a unghiului de înclinare transversală al pivotului cu ajutorul șabelor bolțurilor 1 și 2, ale brațului inferior al suspensiei și respectiv cu ajutorul calelor 3.

Permutarea roților, la automobile, prezintă importanță datorită faptului că apar diferențe de uzură ca urmare a unor defecțiuni mecanice, sarcini de încărcare diferite, circulației în curbe. În general, practica permutării pneurilor trebuie luată în considerare la autoturisme (tot-teren), autocamioane, autobuze.

Permutînd roțile (fig. 4.138) este necesar să se schimbe și sensul de rotație al pneurilor. Dacă se cunoaște norma de rulaj al tipului respectiv de anvelopă, intervalul de permutare se obține prin împărțirea normei de rulaj la numărul de pneuri ale autovehiculului, plus roata de rezervă.

La roțile jumelate ale autovehiculelor grele, diferența de uzură este inevitabilă. Din cauza bombamentului drumului, pneurile din interior se aplatizează mai mult, și astfel, tind să parcurgă un spațiu mai scurt decît cele din exterior. Pneurile din interior, datorită bombamentului drumului, preluînd o sarcină mai mare, au o suprafață de contact cu

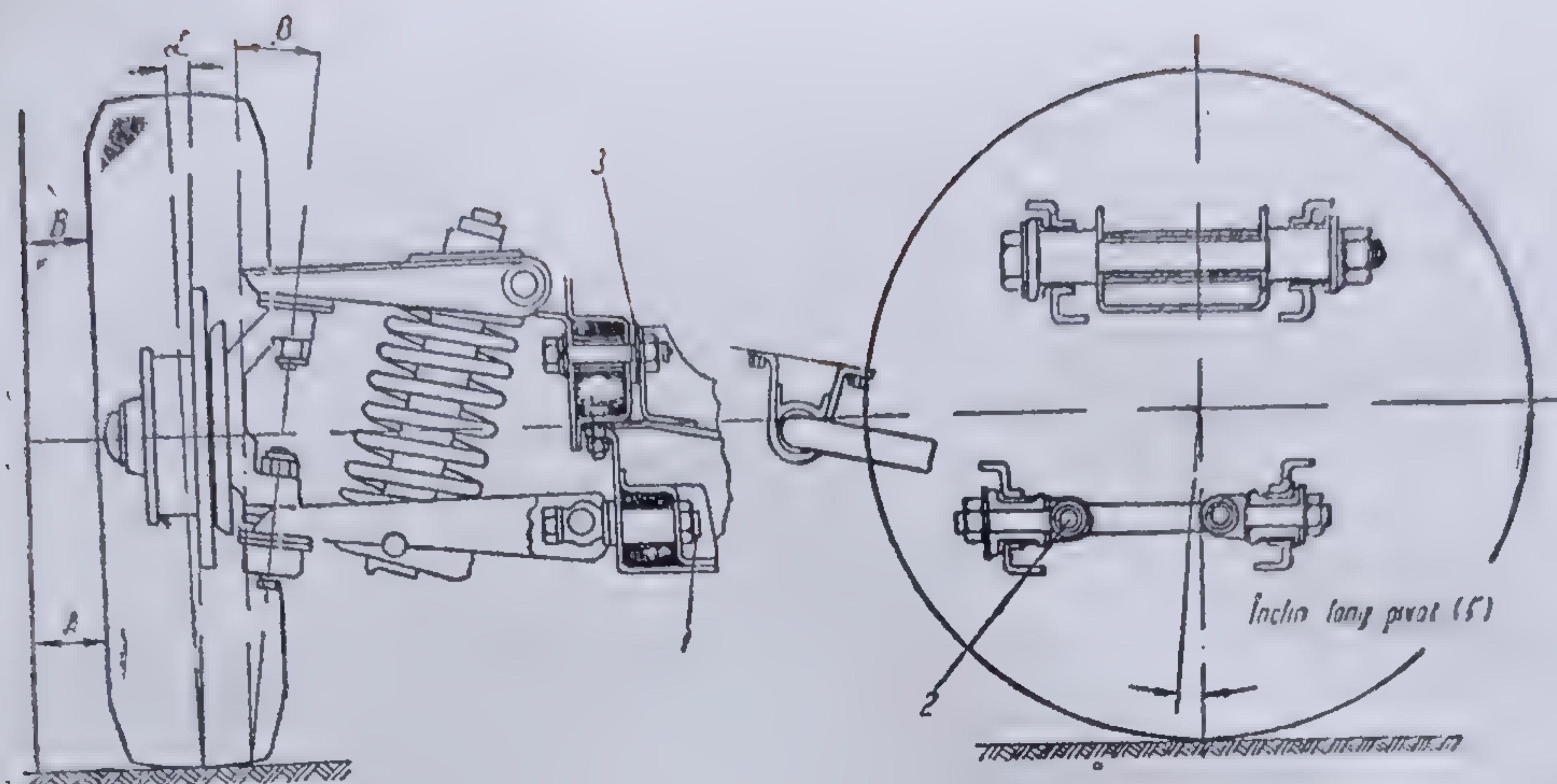


Fig. 4.137. Elementele de reglare ale unghiului de cădere și de înclinare transversală al pivotului.

solul mai mare și impun raza lor de rostogolire în timpul rulajului. Prin urmare, pneurile exterioare vor realiza o patinare parțială, se uzează mai intens și tind să-și micșoreze diametrul pînă capătă o valoare egală cu a celor din interior.

Modul de permutare a pneurilor în cazul autovehiculelor grele este indicată în schemele din figura 4.138, b și c.

Conform unor cercetări recente privind pneurile radiale ale autoturismelor, se recomandă menținerea sensului de rotație al acestor anvelope, cu ocazia permutării pneurilor. Firma Goodyear, recomandă ca la permutarea pneurilor anvelopa de rezervă nouă, să fie montată pe partea dinspre bordură, deoarece pe această parte, banda de rulare suferă o uzură mai mare. Recomandările de mai sus, se bazează pe proprietatea anvelopelor radiale de a avea „memorie” legată de sensul de rotație. Prin schimbarea sensului de rotație, apar efecte nefavorabile: vibrații, rulare dură, instabilitatea direcției. În concluzie, permutarea acestor pneuri (care trebuie făcută la 10—15 000 km), trebuie efectuată între roțile le pe aceeași parte a automobilului.

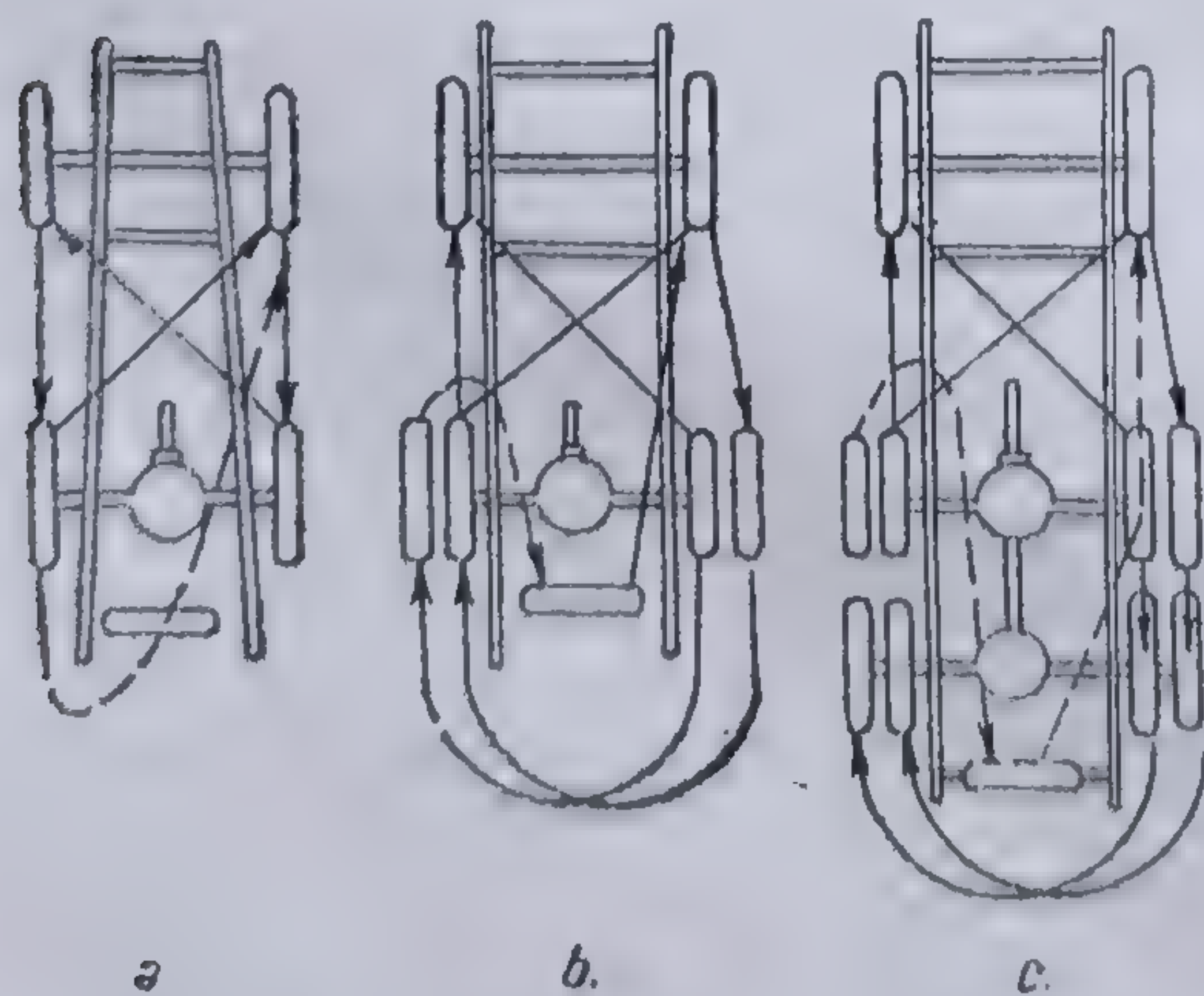


Fig. 4.138. Schema permutării pneurilor

4.6. ÎNTREȚINEREA TEHNICĂ A SUSPENSIEI AUTOMOBILELOR

Schimbarea stării tehnice a suspensiei în procesul de exploatare. Suspensia automobilului, avînd rolul de a micșora șocurile pe care le primește automobilul și de a amortiza oscilațiile caroseriei, este compusă din elemente elastice (arcuri), amortizoare și stabilizatoare. Totodată elementele de ghidare ale arcurilor transmit componente longitudinale și

transversale ale forțelor dintre roată și drum, și momentele acestor forțe, și determină caracterul mișcării roților față de cadru, respectiv caroseria automobilului.

Schimbarea stării tehnice a suspensiei automobilelor în procesul de exploatare, este influențată în principal de: starea drumului, calitatea conducerii automobilului, calitatea întreținerii tehnice, sarcina automobilului. Spre exemplu, la deplasarea autovehiculelor grele, cu sarcină nominală, pe drum drept, asfaltat, numărul oscilațiilor care încovoie arcul, cu o săgeată ce depășește 25 mm pentru puntea din față, sînt cuprinse între 500 și 900 la 100 km și pentru puntea din spate 120—500. Pe drumuri grele aceste cifre sînt de ordinul 7—9 mii și respectiv 1,2—2 mii, mai mari ca la deplasarea pe drum asfaltat de 10—15 ori.

Ca urmare a dinamicii solicitărilor mecanice, schimbarea stării tehnice constă din uzuri, fisurări, ruperi ale elementelor componente ale suspensiei, modificări ale caracteristicilor arcurilor și amortizoarelor.

Arcurile cu foi, în mod obișnuit prezintă uzuri în următoarele puncte:

- uzura suprafeței laterale a urechii arcului (fig. 4.139, a);
- uzura suprafețelor de glisare pe suporti (fig. 4.139, b și c);
- uzura bușelor și buloanelor (fig. 4.130, d);
- uzura pernelor din cauciuc ale suportilor (fig. 4.139, e);

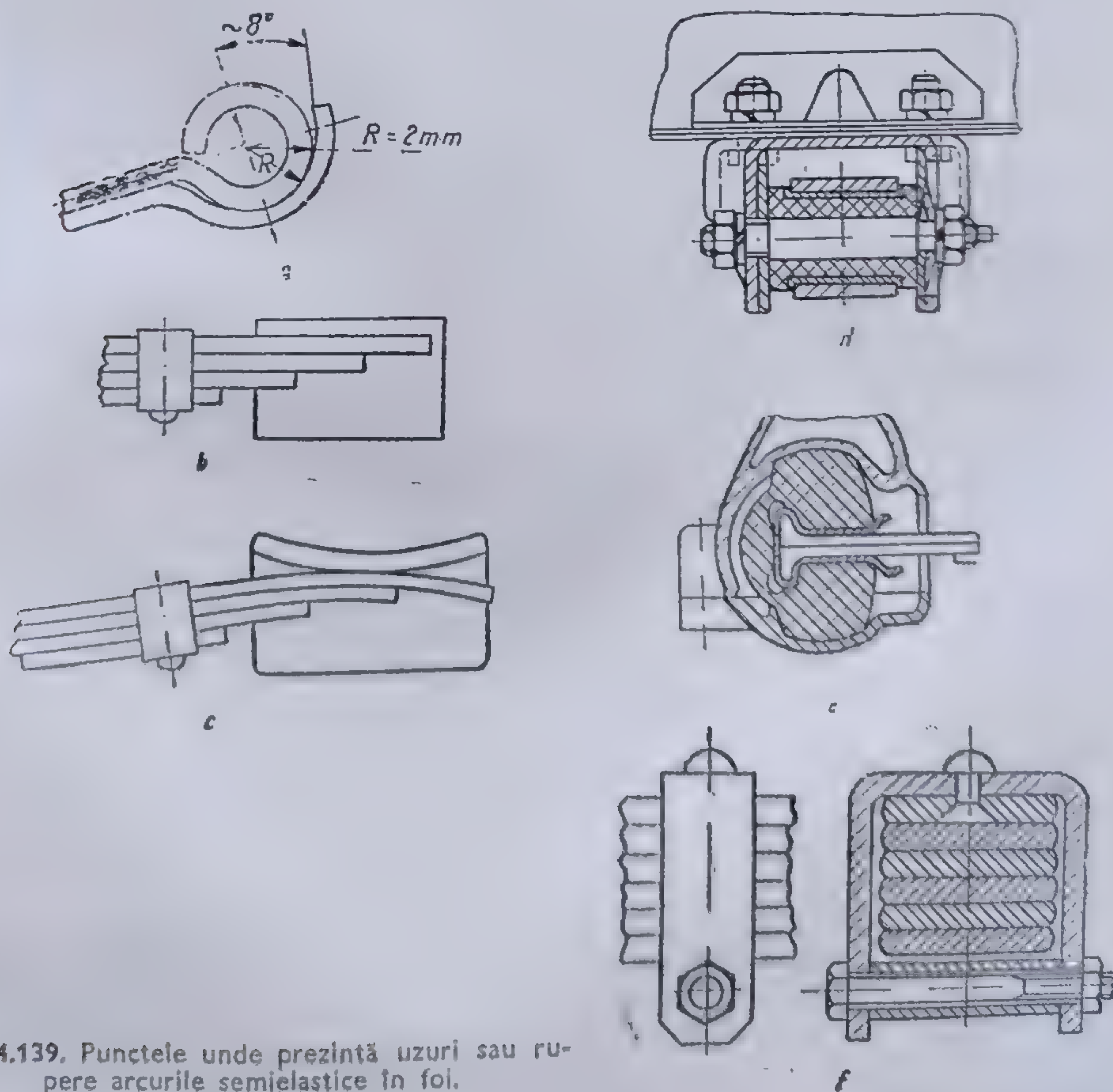


Fig. 4.139. Punctele unde prezintă uzuri sau rupere arcurile semielastice în foi.

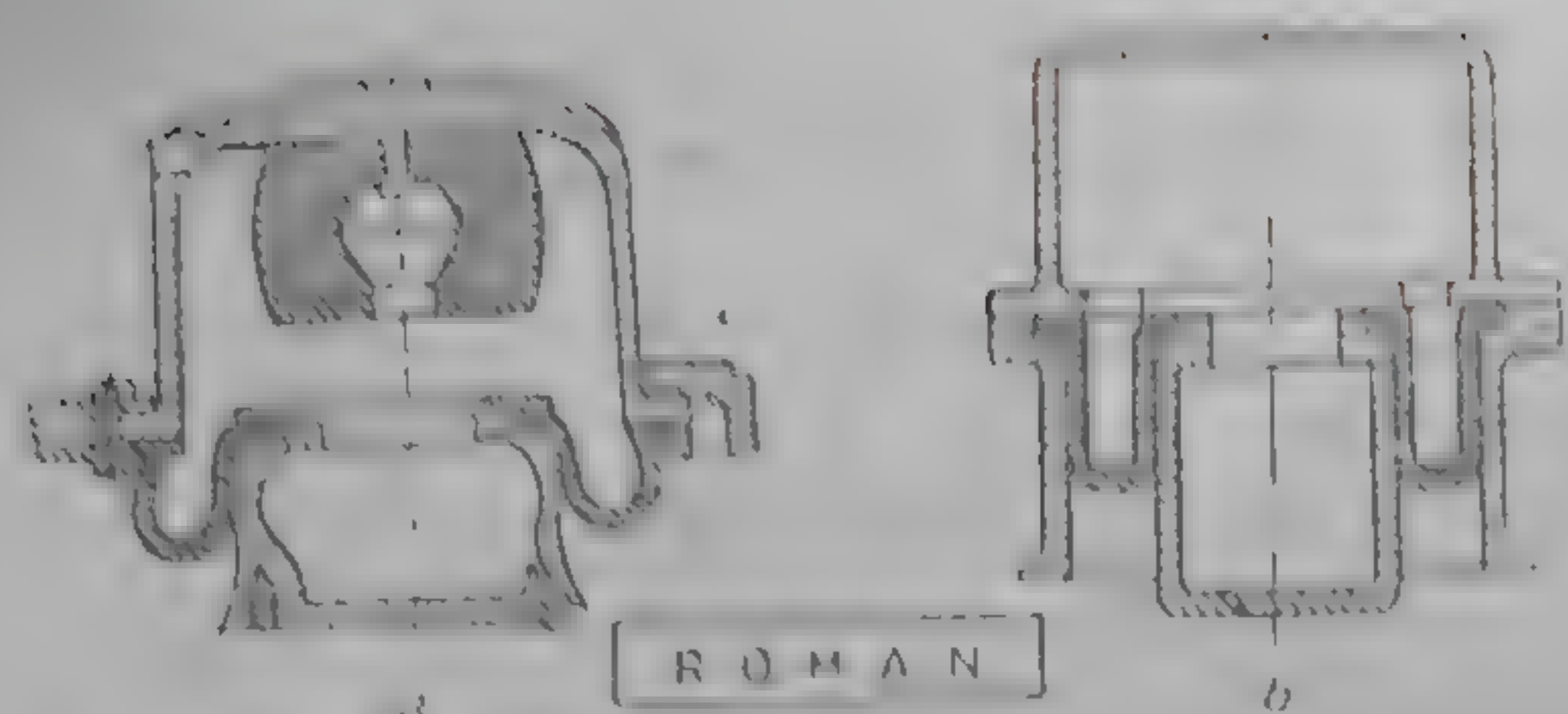


Fig. 4.140. Elementele principale ale suspensiei pneumatice.

— uzura foilor de arc;
— fisurarea sau ruperea unor foi de arc, a colierelor (fig. 4.139, f) sau niplurilor de strângere.

Ruperea foilor de arc apare ca urmare a deplasării autovehiculului pe drumuri cu denivelări mari, a suprasarcinilor dinamice, precum și a slăbirii bridelor de strângere a arcului. Ca urmare a ruperii foilor, a deplasării laterale a acestora,

a măririi jocului dintre foi, a pătrunderii prafului, se modifică proprietățile de amortizare ale arcului.

Arcurile cu foi își modifică proprietățile elastice în procesul de exploatare ca urmare a suprasolicităților și a modificărilor structurale ale materialului.

Arcurile elicoidale — în procesul de exploatare prezintă uzuri ale suprafețelor de reazem, ruperi ale spirelor sau fisurări în cazul unor șocuri dinamice mari, concomitent cu o încărcare statică mare.

Barele de torsiune și stabilizatoarele la autovehicule echipate cu astfel de elemente, suferă în procesul de exploatare ruperea la suprasarcini și șocuri, la circulația pe drumuri cu denivelări, iar după parcurhuri mai îndelungate apar deformații remanente.

Elementele elastice nemetalice, în categoria cărora sînt cuprinse arcurile pneumatice utilizate mai ales la autobuze (fig. 4.140, a și b), în procesul de exploatare prezintă o serie de modificări ale stării tehnice dintre care se remarcă: spargerea membranei 2, ruperea părții de prindere a poansonului 1, de suportul suspensiei, pori în pereții poansonelor, activați în timpul exploatării, distrugerea tamponului de cauciuc 3, neetanșeități ale rezervorului de aer suplimentar 4.

Amortizoarele (fig. 4.141) în urma unei exploatări mai îndelungate prezintă uzuri la o serie din piesele importante cum sînt: tuburi interior, pistonul principal, tija pistonului, elementele de etanșare ale tijei, inelele și bușele de cauciuc pentru prinderea amortizorului de elementele caroseriei și punților.

Uzurile acestea produc o mărire a jocurilor în amortizor și pierderi de lichid. Deteriorarea inelului de etanșare se produce atît în urma uzurii, datorită frecării pe tija pistonului, cît și ca urmare a pierderii elasticității cauciucului care are loc la temperaturi ridicate.

Supapele amortizorului se pot defecta prin tasarea arcurilor, ruperea rondelilor, ceea ce duce la micșorarea eficacității de amortizare.

Bătăla amortizoarelor, care apare în timpul deplasării automobilului se datorează fie pierderii unei cantități de lichid din amortizor, fie tendinței de gripare sau vibrației anormale a supapelor, fie distrugerii elementelor elastice de fixare.

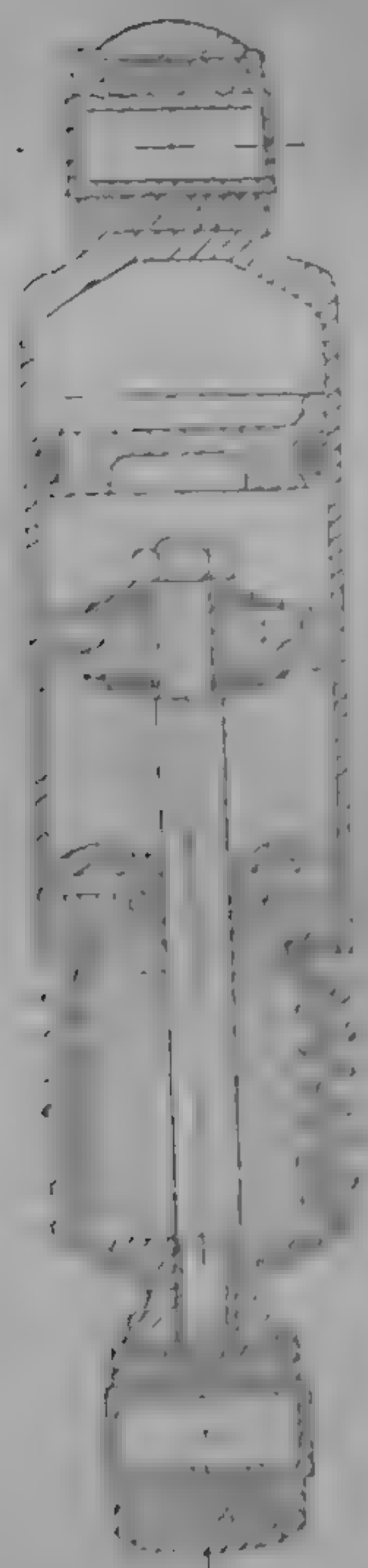


Fig. 4.141. Amortizor hidropneumatic.

Lichidul de amortizor, în timp, își pierde calitățile transformându-se în substanțe asemănătoare unor precipitați, care obturează orificiile de trecere ale lichidului și provoacă blocarea supapelor.

Diagnosticarea stării tehnice a suspensiei și operații de întreținere tehnică. Prin diagnosticarea stării tehnice a suspensiei se urmărește determinarea caracteristicilor funcționale ale arcurilor și amortizoarelor după o anumită perioadă de exploatare.

De cele mai multe ori, arcurile se controlează vizual. Prin acest control se constată eventualele deformații, fisuri sau rupturi. Acest procedeu, însă, nu este suficient, deoarece arcurile cu timpul își pierd din proprietățile elastice, lucru care nu se poate constata cu ușurință numai vizual. Pentru a stabili elasticitatea arcurilor trebuie să se determine caracteristica arcului (fig. 4.142), care reprezintă dependența dintre forța de comprimare a arcului F și deformarea sa x . Dacă curba caracteristică 2, se află sub curba limită admisibilă 1, care este stabilită de către constructor, arcul trebuie schimbat.

Proprietățile de amortizare ale arcului cu foi, pot fi apreciate prin diferența dintre forța de încărcare și cea de revenire a acestuia. În marea majoritate a cazurilor, forța de frecare reprezintă 2—20% din încărcarea statică.

O altă posibilitate de diagnosticare a arcurilor cu foi, ține seama de faptul că acestea participă la amortizarea șocurilor în proporție de 15—50% din efortul total (arc + amortizor + pneu). Dacă crește forța de frecare în arc, amplitudinile oscilațiilor caroseriei se reduc, iar la limită când arcul se blochează, caroseria oscilează cu frecvență mai mare, numai pe seama pneului.

S-a stabilit, prin calcul că, pentru o denivelare de mărimea:

$$h_0 = 2,57 \frac{F_a}{k_p} [\text{cm}], \quad (4.21)$$

(unde F_a este forța de frecare limită din arc și k_p , coeficientul de elasticitate radială a pneului), caroseria se mișcă odată cu roata, ca și când arcul ar fi blocat.

Aceasta înseamnă că, este posibilă determinarea înălțimii h_0 a denivelării căii de rulare, pentru care arcul lucrează în regim de blocare.

Încercînd autocamionul pe un banc cu rulouri pe care s-au montat proeminențe de înălțime h , se poate stabili dacă arcurile sale funcționează în regim de blocare sau nu. Când arcul se deformează normal, în timpul probelor, înseamnă că forța sa de amortizare este sub limita admisă și deci este în stare bună. Dacă arcul funcționează rigid (caroseria oscilează cu frecvența corespunzătoare rigidității pneurilor) înseamnă că acestea se blochează și efortul său de frecare este superior limitei admisibile.

Diagnosticarea amortizoarelor se poate face cu sau fără demontarea lor de pe automobil.

Diagnosticarea cu demontarea de pe automobil, prezintă dezavantajul că nu este rapidă, dar are avantajul că permite determina-



Fig. 4.142. Caracteristica arcului.

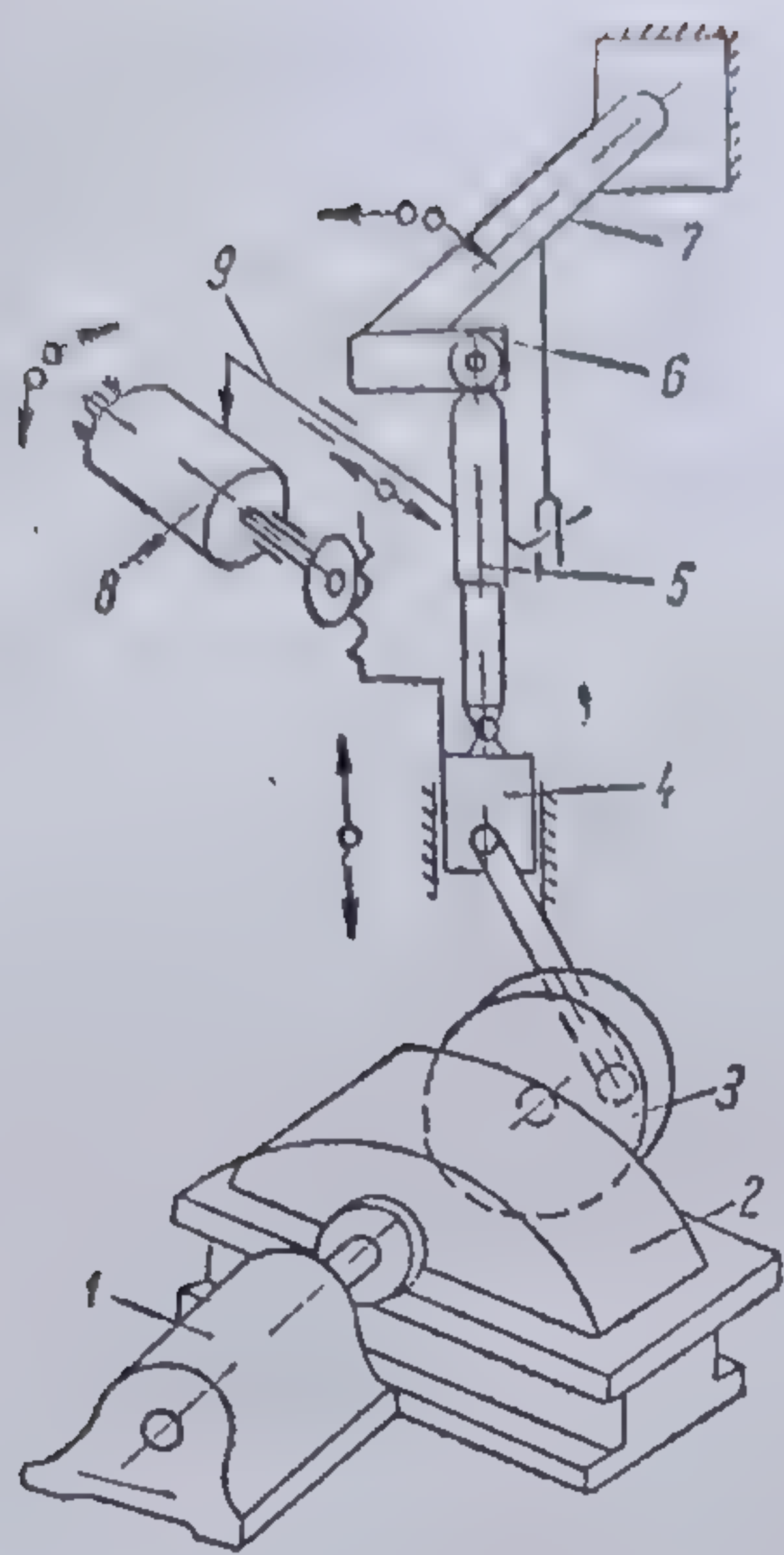


Fig. 4.143. Schema standului pentru încercarea amortizoarelor cu demontarea de pe automobil.

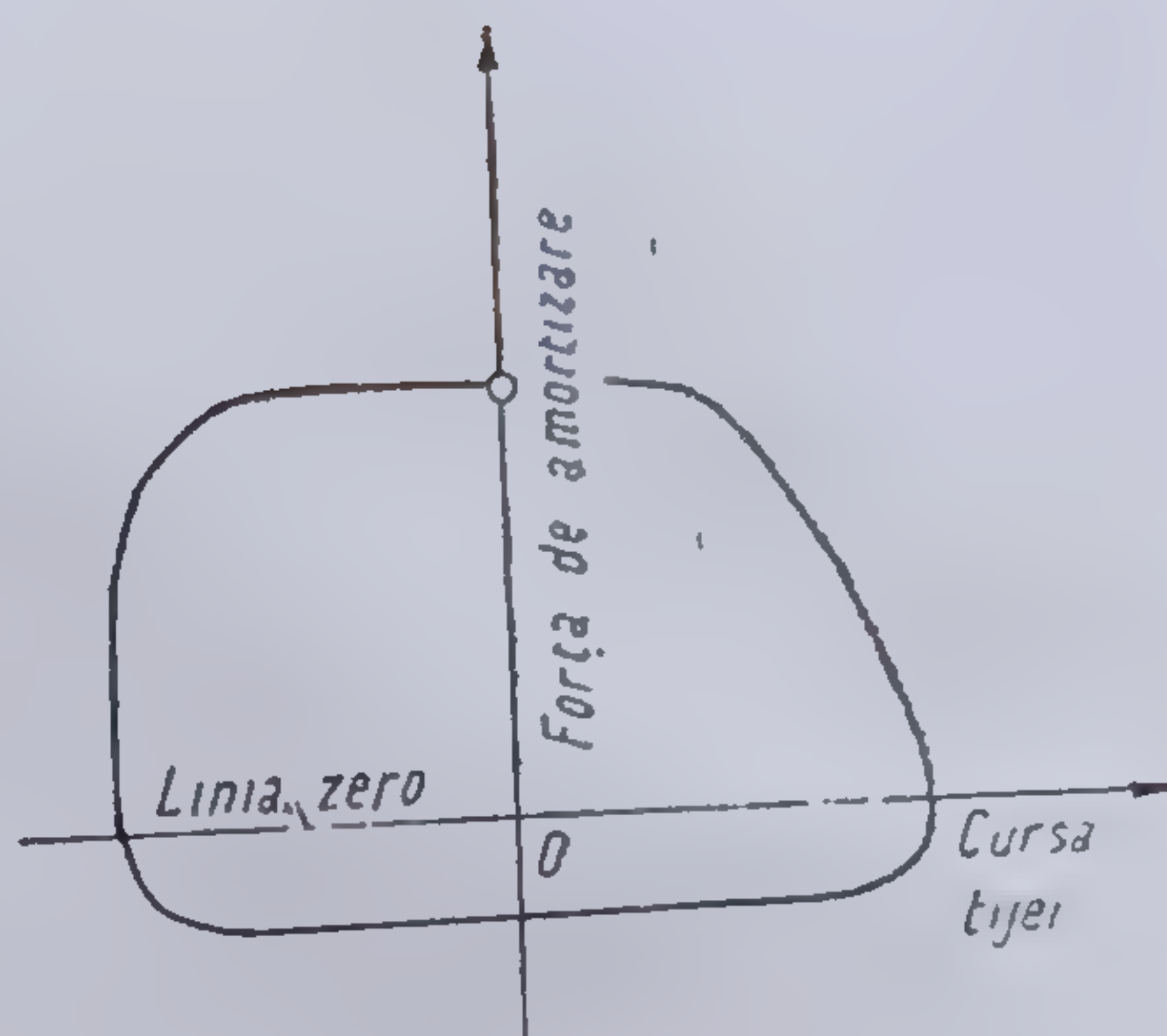


Fig. 4.144. Caracteristica amortizorului.

rea exactă a caracteristicilor amortizorului, fiind eliminată influența arcurilor.

Caracteristica amortizorului este dată de graficul de variație al forțelor necesare pentru deplasarea tijei în raport cu corpul, în ambele sensuri. Determinarea caracteristicii amortizorului se face prin încercări pe un stand dinamometric (fig. 4.143) de tipul mecanismului bielă-manivelă. Încercarea se bazează pe faptul că elementelor corespunzătoare ale amortizorului li se imprimă o mișcare vibratorie printr-un mecanism bielă-manivelă, forțele de rezistență din amortizor sînt preluate printr-un element elastic — *bară de torsiune* — care este folosit ca element de măsurare. Mișcarea se transmite de la electromotorul 1, prin cutia de viteze 2, la volantul cu excentric 3. Prin intermediul unei biele, mișcarea de rotație a volantului este transformată într-o mișcare vibratorie de translație a culisei 4. De culisă se prinde capătul inferior al amortizorului 5. Capătul superior al acestuia este fixat de pîrghia 6, a elementului elastic și a barei de torsiune 7. La o rotație completă a volantului, amortizorul este comprimat și destins. Forțele care apar, acționează asupra pîrghiei 6, torsionînd bara 7. Acul indicatorului 9, se deplasează înainte și înapoi, iar tamburul 8, rotindu-se la stînga și la dreapta, linia descrisă de amortizor va fi o linie închisă (fig. 4.144). Fără amortizor, acul indicator trasează pe diagramă o linie orizontală — *linia zero*. Abaterea curbei în sus de la linia zero determină, la scară, forța de rezistență la destindere, iar abaterea în jos, forța de rezistență la comprimare. Cunoșcînd curba de etalonare a elementului elastic se pot determina cu ușurință forțele din tija amortizorului în orice punct al traiectoriei curbei, deoarece se consideră că unghiul de răsucire al barei de torsiune este direct proporțional cu forța din tijă. Orice abatere a curbei de la forma din figura 4.144 este echivalentă cu un anumit defect al amortizorului, cum ar fi: funcționarea cu un volum de lichid mai redus decît cel prescris, ca

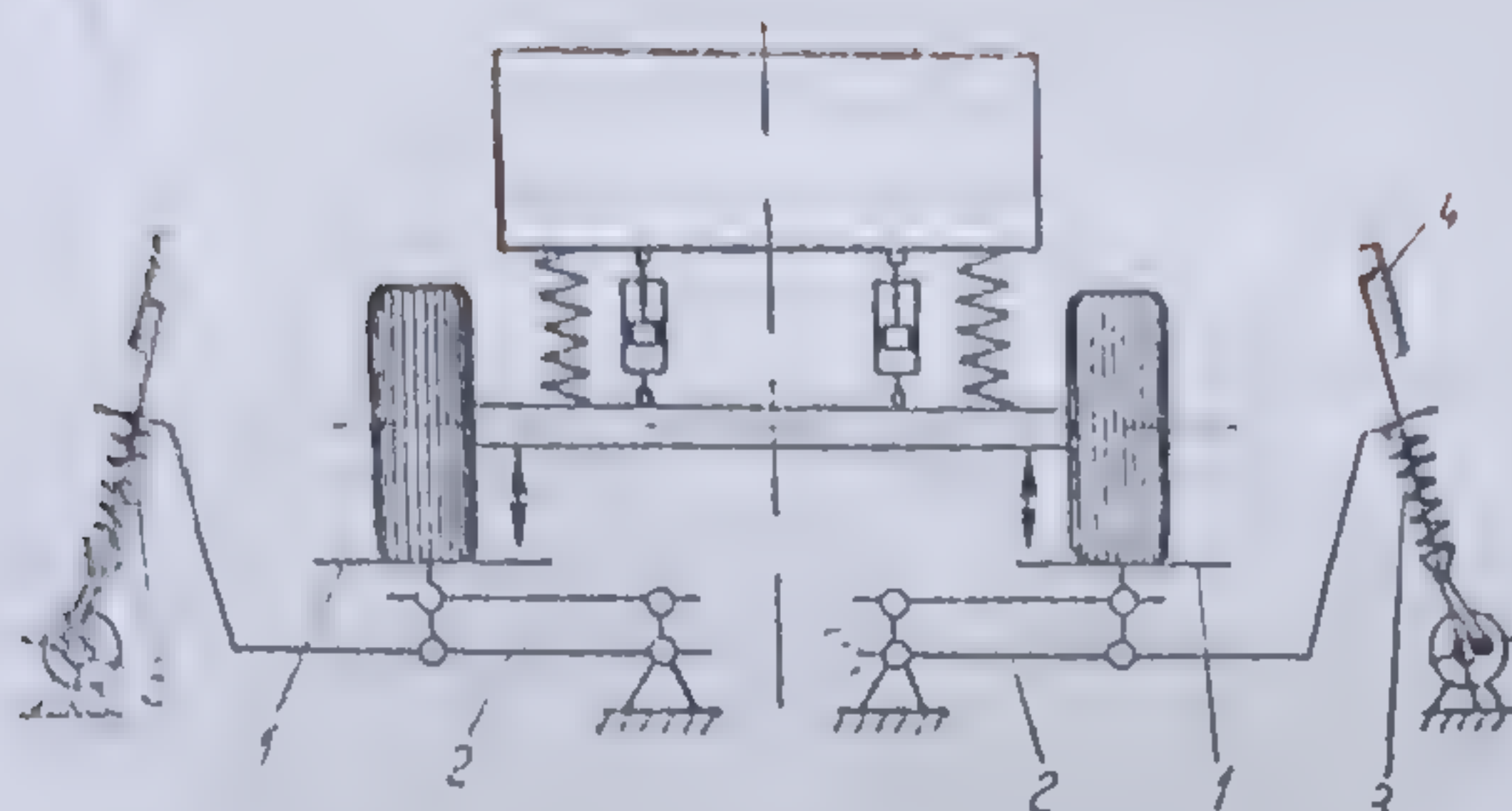
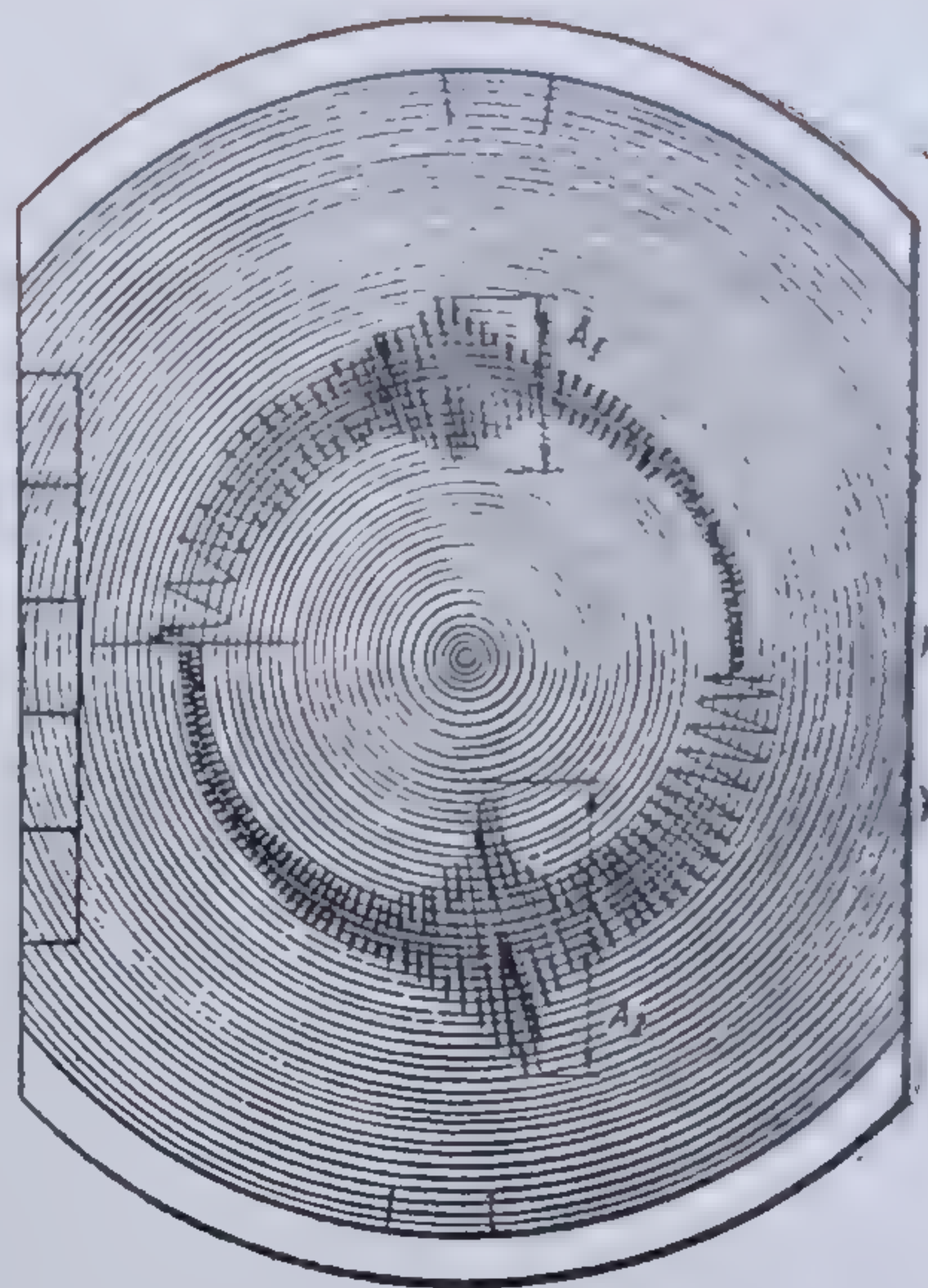


Fig. 4.145. Schema standului pentru încercarea amortizoarelor fără demontarea de pe automobil.



b

urmare a scurgerilor, formarea de spumă în amortizor, existența impurităților în lichidul din amortizor, blocarea supapelor, sau uzura acestora.

Diagnosticarea fără demontarea de pe automobil se poate face cu ajutorul unui stand de tipul celui prezentat în figura 4.145. Acest stand cuprinde două platforme 1, pe care se urcă automobilul și se supune unor vibrații create de mecanismul cu excentric, transmise prin arcul 3 și pîrghia 2. Mecanismul este inițial accelerat, iar ansamblului i se imprimă oscilații cu o frecvență de circa 15 Hz. Sistemul este apoi lăsat să oscileze liber și se urmăresc amplitudinile oscilațiilor pe aparatul de măsură 4. La rezonanță, amplitudinile vor fi maxime. Acestea se compară cu amplitudinile limită. Aprecierea calităților funcționale ale amortizoarelor se face analizînd diagrama ridicată de indicatoarele aparatului de măsură 4 (fig. 4.145, b).

Fiind cunoscut faptul că, în cazul amortizoarelor de oscilații, frecvența oscilațiilor proprii creează amplitudinile maxime, pe hîrtia de înregistrare trebuie să se citească amplitudinea A_1 (în mm), cea mai mare.

În cazul unui amortizor defect, amplitudinea A_2 , este mai mare ca limita admisibilă.

Operațiile de întreținere tehnică a suspensiei. Deformațiile arcurilor cu foi și a barelor de torsiune, se realizează prin springuire.

Barele de torsiune pot fi reglate cu ajutorul unui dispozitiv de reglaj montat la un capăt al lor.

Pentru a evita ruperea foilor de arc se recomandă să fie controlate și strînse la fiecare RT—2.

Articulațiile suspensiei vor fi unse întotdeauna cu vaselină amestecată cu grafit coloidal.

Arcurile învelite cu tablă se ung printr-un ungător special, cele cu foi se ung cu vaselină amestecată cu grafit coloidal.

Tot la RT—2 se controlează fixarea bolțurilor de arc și starea de uzură a bucșelor. În caz de uzură pronunțată a bucșelor, acestea se înlocuiesc.

Întreținerea arcurilor elicoidale constă în controlul vizual a stării lor și verificarea periodică a caracteristicii elastice a acestora. Arcurile care prezintă fisuri sau spire rupte, se vor înlocui cu altele cu aceeași caracteristică.

Întreținerea amortizoarelor hidraulice constă din verificarea periodică a fixării lor, controlul funcționării, reglarea dacă este posibilă. Dacă s-a constatat o funcționare defectuoasă a amortizorului, acesta se demontează de pe automobil și se supune unui control amănunțit. Amortizorul se fixează cu un capăt într-o menghină și se trage cu o anumită forță de celălalt capăt. Când nu apare nici o rezistență la destindere, sau rezistența apare după o cursă moartă, se va controla nivelul lichidului din amortizor. Dacă amortizorul este plin cu lichid și funcționează corect, atunci la o apăsare cu o forță de 10—15 daN acesta își va realiza cursa în circa 2 s.

Articulațiile amortizoarelor trebuie să fie suficient de elastice și să nu facă zgomot în timpul deplasării; periodic aceste articulații vor fi strinse.

În cazul în care amortizoarele pierd lichid și prezintă deformări pronunțate ale corpului și tijei se va proceda la înlocuirea lor.

Întreținerea suspensiei pneumatice constă în următoarele operațiuni: verificări ale stării membranei arcului, ale poziției burdufului față de suportul caroseriei, ale sistemului de comandă al supapelor de reglare, ale fixării articulațiilor elementelor de ghidare. Reglarea suspensiei se execută astfel ca, în poziție neutră, brațul supapei să fie orizontal (exemplu, la autobuzele ROMAN), sau înclinat cu $4 \dots 6^\circ$ (la autobuzele IKARUS). Pentru reglare se utilizează șabloane, sau se măsoară înălțimea de reglaj între suportul poansonului și marginea inferioară a rezervorului de aer suplimentar.

4.7. ÎNTREȚINEREA TEHNICĂ A MECANISMULUI DE DIRECȚIE

Schimbarea stării tehnice a mecanismului de direcție în procesul de exploatare. În decursul exploatării normale a automobilului, mecanismul de direcție prezintă următoarele modificări ale stării tehnice:

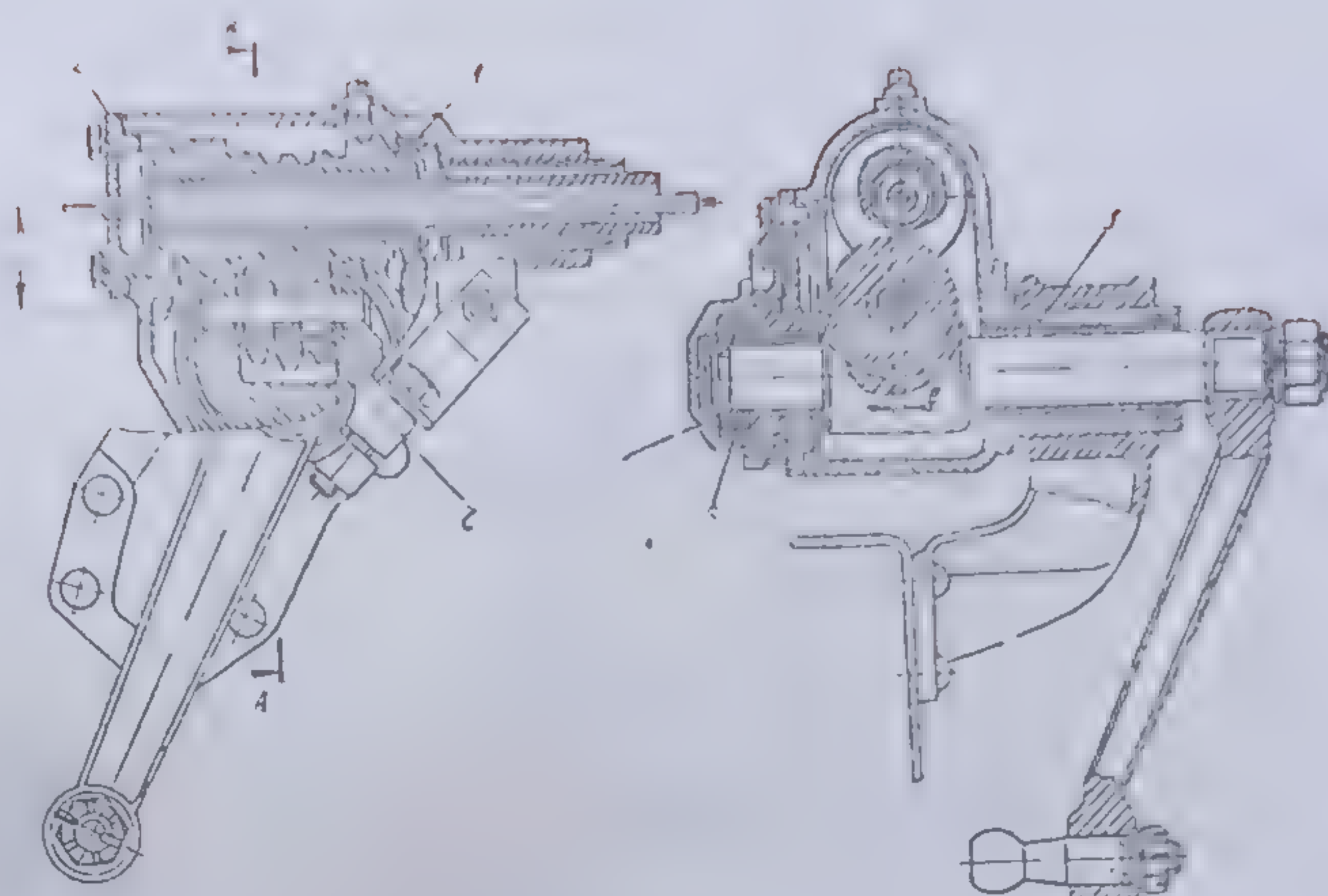
— *uzura casetei de direcție.* Principalele piese ale casetei de direcție cu melc și roată melcată, care sînt supuse uzurii în procesul unei exploatări normale sînt uzura rulmenților conici cu role 1, ale melcului care determină apariția jocului axial al axului volanului (fig. 4.146), uzura flancurilor dinților melcului și rolei melcate 2, care amplifică jocul unghiular al volanului uzura bușei rolei 3, uzura cuplajului de cauciuc al axului volanului.

În cazul mecanismelor cu pinion și cremalieră, se înregistrează în procesul de exploatare, uzuri ale pinionului, ale bușelor cremalierei, ale danturii cremalierei;

— *uzura capetelor de bară* (fig. 4.147, a și b) apare la nivelul pastilelor și al bolțului sferic. Aceste uzuri se amplifică în situația în care apar deteriorări ale manșoanelor de cauciuc, pentru protecția articulațiilor și deci a pătrunderii prafului din mediu și a unor montaje greșite.

Efectul schimbării stării tehnice a mecanismului de direcție, se concretizează prin creșterea jocului unghiular al volanului peste $15 \dots 18^\circ$, apariția jocului axial al axului volanului, înrăutățirea stabilității direcției

Fig. 4.146. Structura casetei de direcție cu melc și rolă.



de deplasare a automobilului și uneori a creșterii efortului de acționare a volanului.

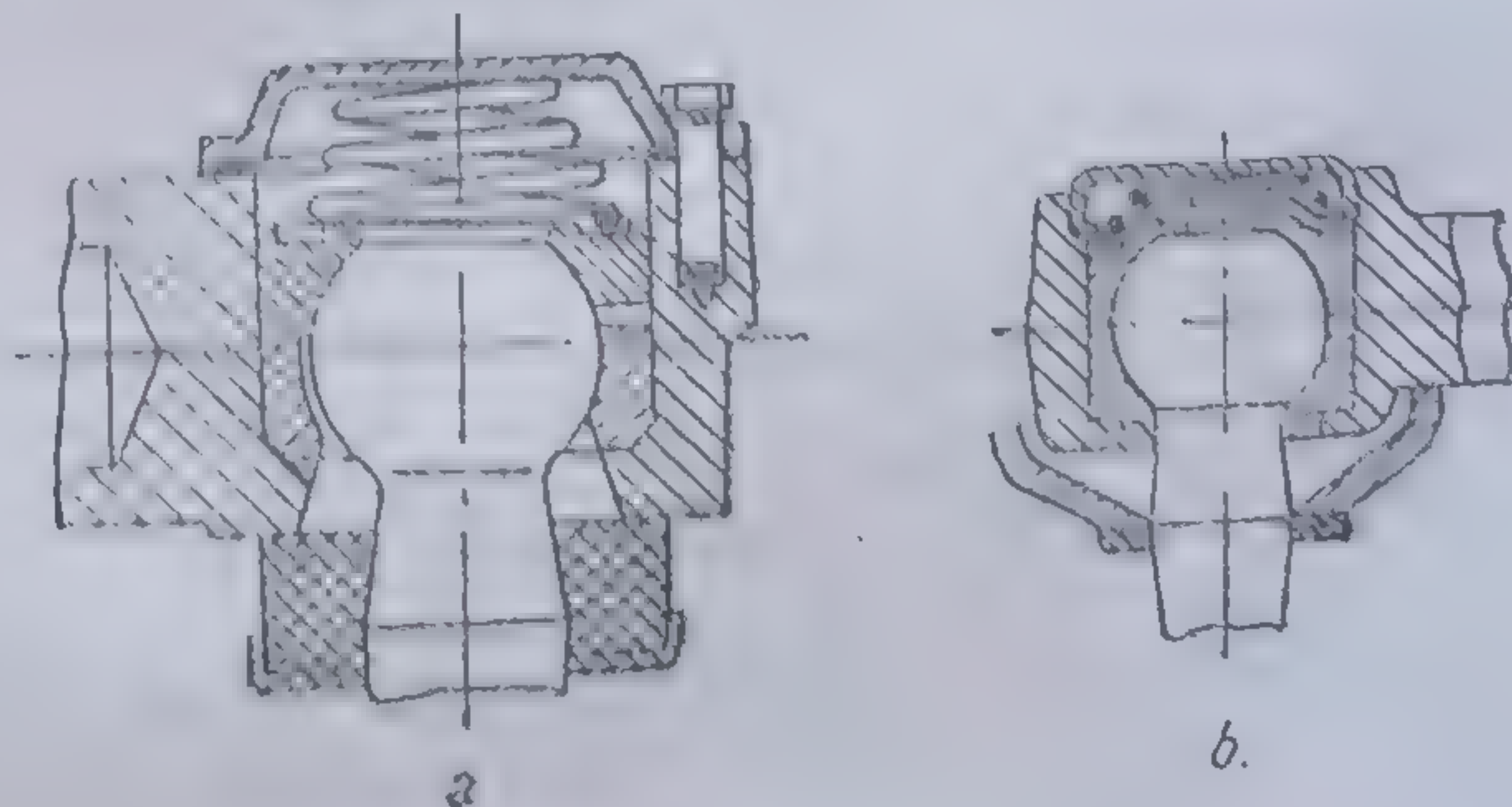
Diagnosticarea stării tehnice a mecanismului de direcție și operații de întreținere tehnică. Diagnosticarea stării tehnice a mecanismului de direcție, care trebuie efectuată cu ocazia reviziilor tehnice, prezintă o deosebită importanță în siguranța circulației. Circa 17% din accidentele de circulație, din cauze tehnice, revin mecanismului de direcție, ca urmare a blocării direcției, a jocurilor excesive ale volanului, desprinderii articulațiilor pînghiilor de direcție etc.

Diagnosticarea stării tehnice a mecanismului de direcție, se axează pe două verificări de ansamblu:

— *verificarea jocului unghiular* al volanului se efectuează cu un dispozitiv simplu, care este reprezentat în figura 4.148. Săgeata indicatoare 1 se montează pe volan, iar scala 2, pe coloana fixă a volanului, cu ajutorul pînghiilor 3, și a arcului 4.

Automobilul va avea montată pe una din roți, proiectorul pentru măsurarea unghiurilor la roțile de direcție, al cărui spot luminos să poată fi urmărit de către cel care efectuează verificarea. Pentru măsurare, se așază roțile pentru deplasare în linie dreaptă, iar volanul se deplasează spre stînga, de exemplu: pînă cînd se mișcă spotul luminos proiectat pe un ecran. În această poziție a volanului, evident, roțile vor trebui să-și păstreze starea lor inițială, iar scala 2, sau săgeata 1, se aduce la indicația 0 a scalei 2. După aceasta, se rotește volanul spre dreapta pînă cînd

Fig. 4.147. Sisteme de capete de bară ale pînghiilor de direcție.



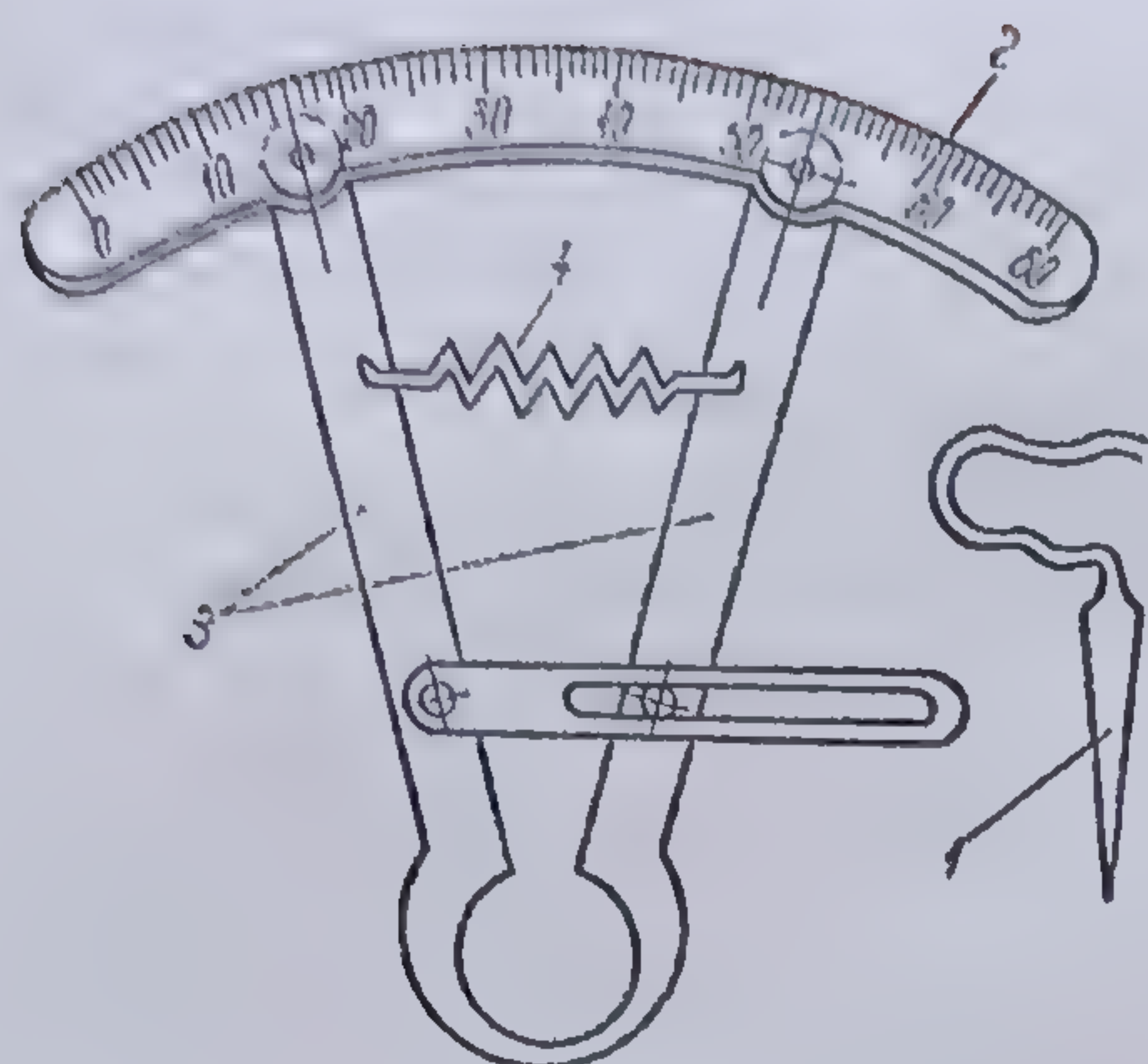


Fig. 4.148. Dispozitiv pentru măsurarea jocului unghiular al volanului.

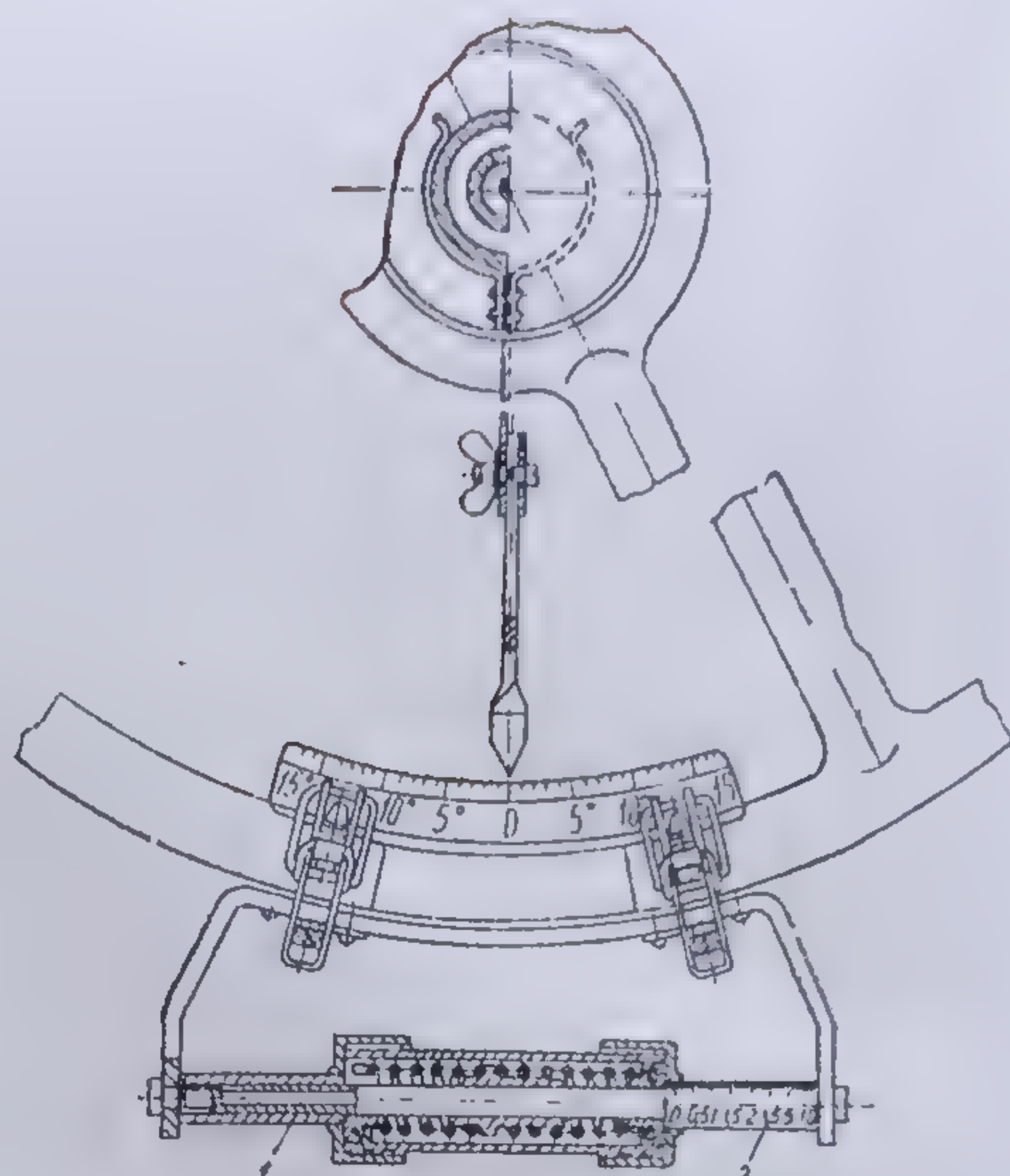


Fig. 4.149. Dispozitiv pentru măsurarea efortului de rotire al volanului.

se va mișca spotul luminos. În această poziție se citește indicația de pe scala 2, în dreptul săgeții 1.

Jocul mărit al volanului, peste 15° , este cauzat fie de uzura articulațiilor barelor de direcție, care contribuie cu $2...4^\circ$, fie de uzura casetei de direcție, care favorizează creșterea jocului cu $10...20^\circ$, fie de uzura pivotului fuzetei și a bușelor sale, care contribuie la creșterea jocului cu $3...4^\circ$.

Pentru stabilirea cauzei care determină mărirea jocului unghiular al volanului, se blochează una din roțile de direcție, și se încearcă rotirea volanului cu o forță de $6...10$ daN. La un mecanism de direcție în stare bună, în timpul acestor manevre nu trebuie să se observe nici o deplasare vizibilă în articulații;

— *verificarea efortului pentru acționarea volanului* se poate efectua cu un dispozitiv de tipul celui reprezentat în figura 4.149.

Dinamometrul 1, are două arcuri cu elasticități diferite pentru măsurarea forțelor cuprinse între $0,3$ și 2 daN și respectiv $2...10$ daN. Pe scala 2, a dinamometrului se citesc forțele. Efortul la volan se determină acționând volanul prin intermediul dinamometrului până când roțile încep să vireze.

Valoarea maximă admisă, care diferă de la un tip constructiv de mecanism la altul, este cuprinsă între 3 și 8 daN. Valorile mai mari sînt valabile pentru mecanisme melc-roată melcată la autocamioane. Efortul la volan este de $1,5$ — 2 ori mai mare, la capătul cursei acestuia, decît cel măsurat în poziție mediană.

Efortul la volan crește, ca urmare a montajului incorect al pivotului fuzetei în bușe cu $3...10$ daN, datorită reglajului incorect al rulmenților casetei de direcție cu $2...3$ daN, datorită reglajului incorect al ansamblului șurub melc-roată melcată cu $3...4$ daN.

Întreținerea tehnică a mecanismului de direcție se referă la înlăturarea jocului în exces al volanului (axial și unghiular) și al reducerii efortului la volan. Operațiile mai importante sînt:

— reducerea jocului axial al volanului — prin reglarea rulmenților, prin scoaterea de garnituri de la capacul 4, pînă cînd se elimină jocul axial, dar volanul se poate roti fără eforturi suplimentare (v. fig. 4.146);

— reglarea poziției corecte de angrenare — dintre melc și roata melcată în sensul reducerii jocului între flancuri și prin aceasta reducerea jocului unghiular al volanului. Această operațiune se efectuează prin desfacerea piuliței de protecție 5 și scoaterea adaosurilor de reglaj 6. Se deplasează apoi axul rolei spre dreapta, adică spre axa de simetrie a melcului, reducându-se astfel jocul unghiular; care se datorează uzurii flancurilor dinților rolei sau melcului;

— reducerea jocului în articulațiile pîrghiilor de direcție, se face automat prin presiunea exercitată de arcurile pastilelor (v. fig. 4.147). În cazul unor jocuri în articulații, se înlocuiesc de regulă pastilele uzate și în unele cazuri și bulonul cu cap sferic. La reviziile tehnice se verifică starea materialelor de etanșare a articulațiilor;

— schimbarea uleiului (sau completarea cantității necesare), în caseta de direcție.

4.8. ÎNTREȚINEREA TEHNICĂ A SISTEMULUI DE FRINARE AL AUTOMOBILELOR

Schimbarea stării tehnice a sistemului de frînare în procesul de exploatare. Sistemul de frînare al unui automobil funcționează în bune condițiuni, dacă în procesul de frînare, automobilul realizează decelerația în limitele prevăzute în normele internaționale pentru fiecare tip, și își menține direcția inițială de deplasare.

În procesul unei exploatare normale, starea tehnică a sistemului de frinare se modifică, ca urmare a proceselor care au loc în timpul funcționării.

Unele din schimbările stării tehnice ale sistemului de frînare sînt comune, atît pentru sistemele cu acționare hidraulică cît și pentru cele cu acționare pneumatică. Acestea se referă, în mod deosebit, la cuplurile de frecare sabot-tambur, sau placă-disc. Aceste ansamble sînt supuse unor intense solicitări mecanice și termice care determină uzura lor, modificări ale proprietăților fizico-mecanice și deformații remanente.

În timpul procesului de frînare, energia pe care trebuie să o disipeze sistemul de frînare sub formă de căldură, este deosebit de mare. Un autovehicul greu cu sarcină totală de 12 t, de exemplu, la viteza de 50 km/h, are o energie cinetică de circa $112 \cdot 10^4$ kJ și frîna în cazul opririi acestui automobil, degajă o cantitate de căldură suficientă pentru a topi 900 gr de oțel; un autobuz de 10 t care se deplasează cu viteza de 100 km/h, are o energie cinetică de circa $371 \cdot 10^4$ kJ; aceasta ilustrează o creștere deosebită a energiei pe seama vitezei. Temperatura ridicată la care ajung elementele mecanismului de frînare, creează deformarea tamburelor, fisurarea acestora ca urmare a tensiunilor termice și în final micșorarea eficacității sistemului.

În urma unor cercetări experimentale, pentru variația spațiului de frînare, presiunea maximă în sistem și timpul ei de creștere la apariția pungilor gazoase în sistem, s-a ajuns la o diagramă ca cea reprezentată în figura 4.150. Se observă diferența de timp și spațiu de frînare la temperaturile diferite ale sabotului T_2 și ale cilindrului T_1 .

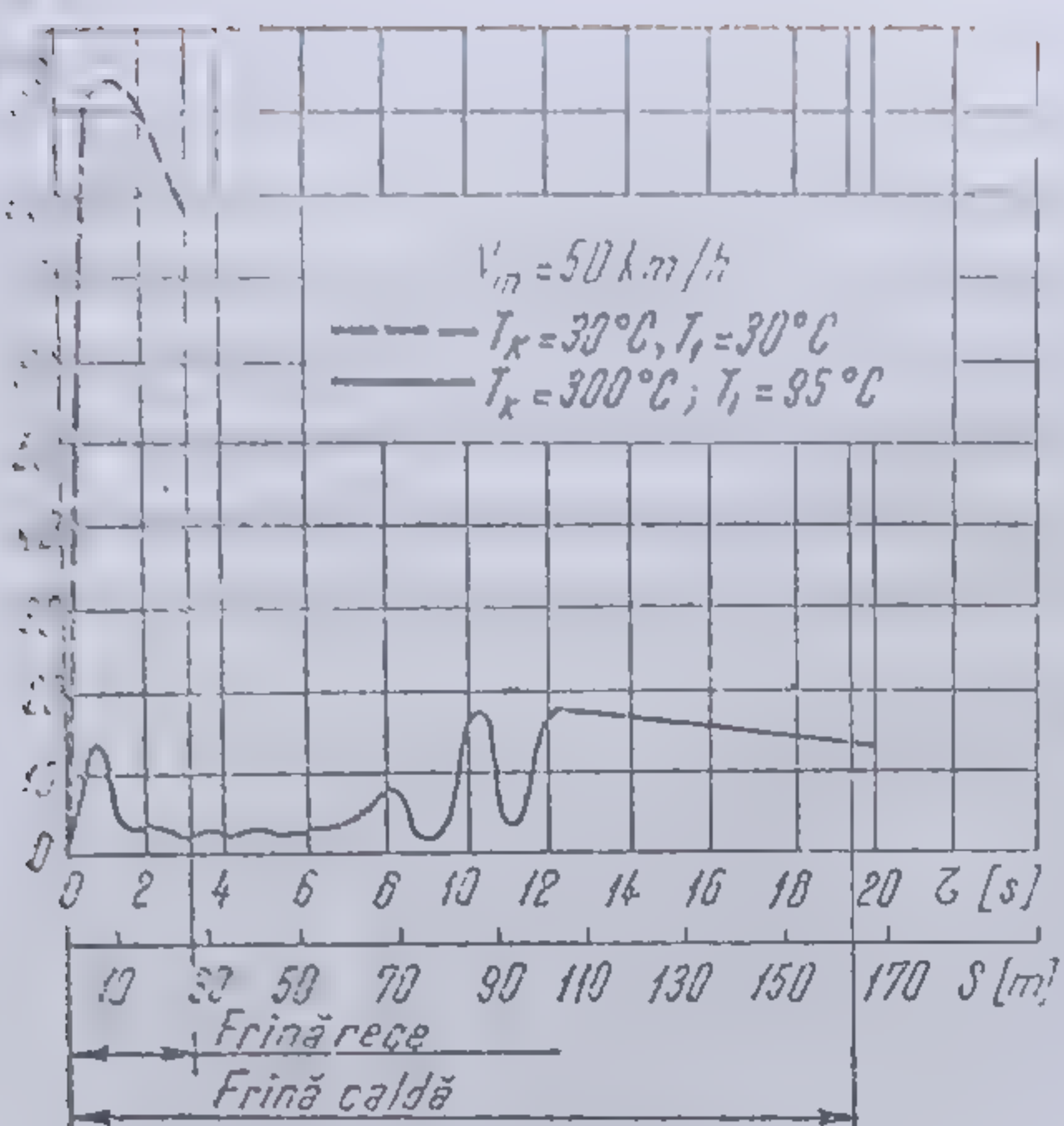


Fig. 4.150. Dependența parametrilor frînării de existența dopurilor gazoase în sistem.

uzurilor garniturilor distanța între tamburi și sabot crește, ceea ce are ca efect creșterea timpului de obținere a forței de frînare și scăderea forței de frînare. Suprafața de lucru a tamburelor și discurilor, după un timp de funcționare, prezintă o serie de neregularități, rizuri și ca urmare a pătrunderii de impurități mecanice (praf, nisip etc.) sau fixării pe suprafața garniturilor a particulelor metalice de uzură (fig. 4.151).

Microdenivelările de pe suprafața de lucru a tamburelor și discurilor amplifică presiunea de contact cu garnitura de sabot, sau plăcile de frînă, ca urmare a reducerii suprafețelor în frecare, în final ajungându-se la amplificarea regimului termic și la scăderea eficacității sistemului de frînare.

Deformarea tamburelor, ca urmare a solicitărilor termice îndelungate, duce la micșorarea suprafețelor active, avînd ca efect diminuarea capacității de frînare a automobilului.

Creșterea jocului dintre tambur și garniturile de frînare influențează spațiul de frînare al automobilului.

Sistemul de frînare cu acționare hidraulică prezintă o serie de modificări specifice ale stării tehnice în procesul de exploatare astfel:

— uzura cilindrilor de frînă a pistoanelor și a garniturilor. Cilindrii receptori de frînă, ca și pistoanele și garniturile acestora sînt supuși procesului de uzură și coroziune (fig. 4.152). Uzura normală a cilindrilor se datorează procesului de frecare între suprafața activă a acestora și suprafața laterală a pistoanelor. Uzura este accelerată prin pătrunderea impurităților mecanice între suprafețele de lucru, favorizată de ruperea

Frînările relativ îndelungate, neîntrerupte, duc la creșterea temperaturii tuturor elementelor mecanismului de frînare (sabot, garnitură de sabot, tambur, lichid de frînă) în 8—9 min. Crearea *dopurilor de vapori* diminuează în mod simțitor forța de frînare.

În general lichidul de frînă poate ajunge la temperatura de 140°, fără a apare modificări ale stării sale fizice.

O altă modificare importantă a stării tehnice a mecanismului de frînare o constituie uzura garniturilor și tamburelor de frînă, respectiv a discurilor, care apare ca urmare a ciclurilor funcționale. Ca efect al

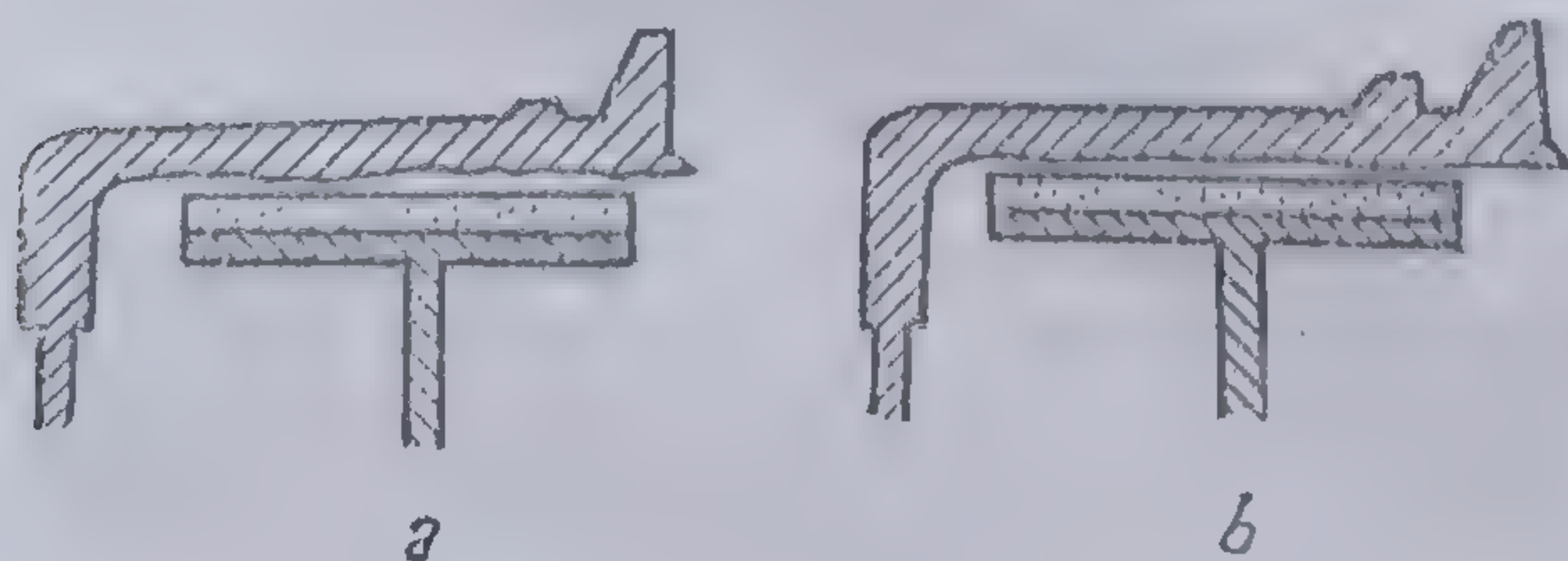


Fig. 4.151. Uzura tamburelor și garniturilor de sabot ale sistemului de frînare.

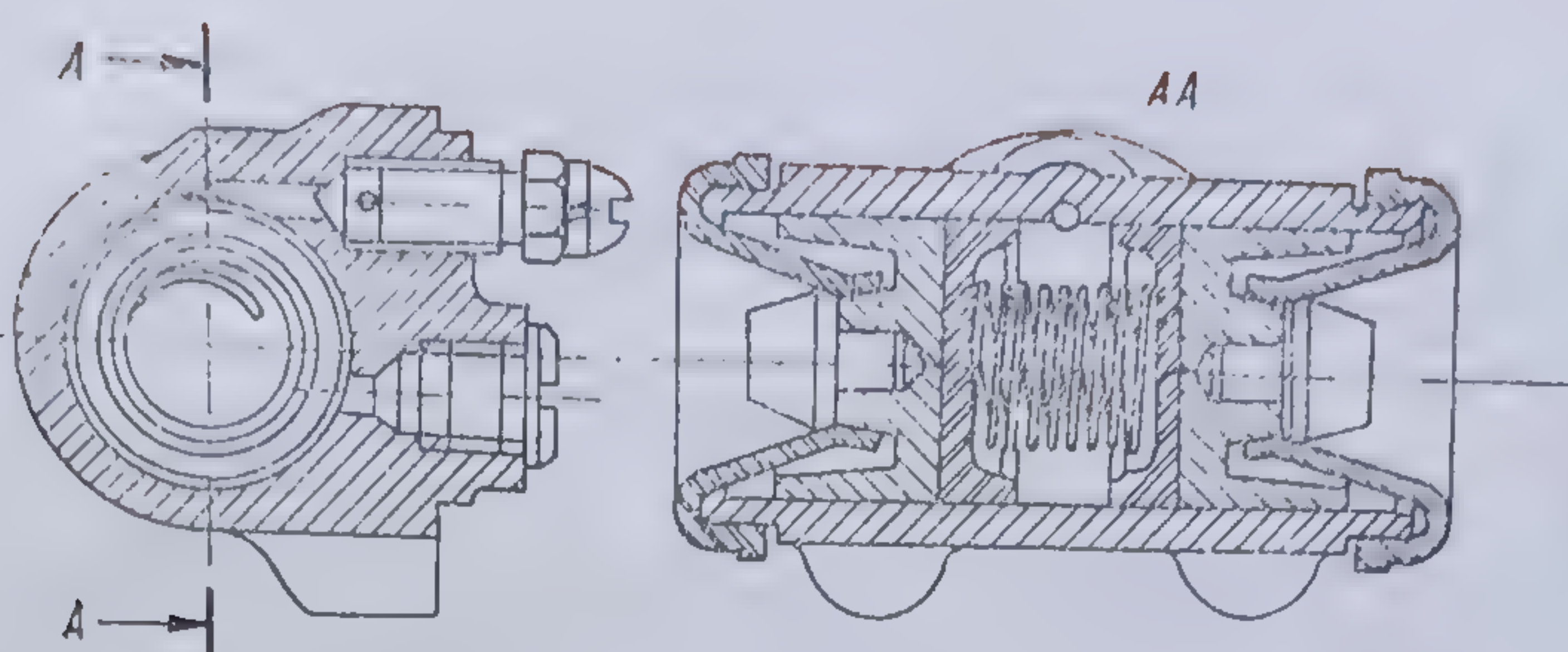


Fig. 4.152. Elementele cilindrilor-receptori de frână.

parțială a garniturilor de cauciuc. Ca urmare a solicitărilor termice, precum și a acțiunii lichidului de frână asupra cauciucului, garniturile pistoanelor devin rigide cu timpul, pierzându-și calitățile de etanșare, permițând scăpări ale lichidului de frână pe suprafețele saboților;

— uzuri ale pieselor cilindrului principal de frână. La cilindrul principal de frână (fig. 4.153) mai frecvent, apar uzuri ale pistonului și a garniturii 1, a acestuia, precum și a capului tijei împingătoare 2, și a locașului acestuia din piston. Crescând jocul între piston și cilindru, garnitura 1 pătrunde în spațiul format de joc, sau în ovalizarea cilindrului, fiind forfecată cu timpul, garnitura ne mai realizând etanșarea completă. La apăsarea pedalei de frână, o parte din lichidul de frână scapă în spatele pistonului, diminuându-se presiunea în sistem, iar pentru obținerea forței de frinare fiind necesare apăsări repetate ale pedalei de frână.

La cilindrul principal de frână, ca urmare a coroziunii arcului și a uzurii scaunului, se manifestă uneori blocarea sau neetanșeitarea supapei de evacuare 3, care are ca efect fie imposibilitatea realizării frînării, fie a blocării frânei;

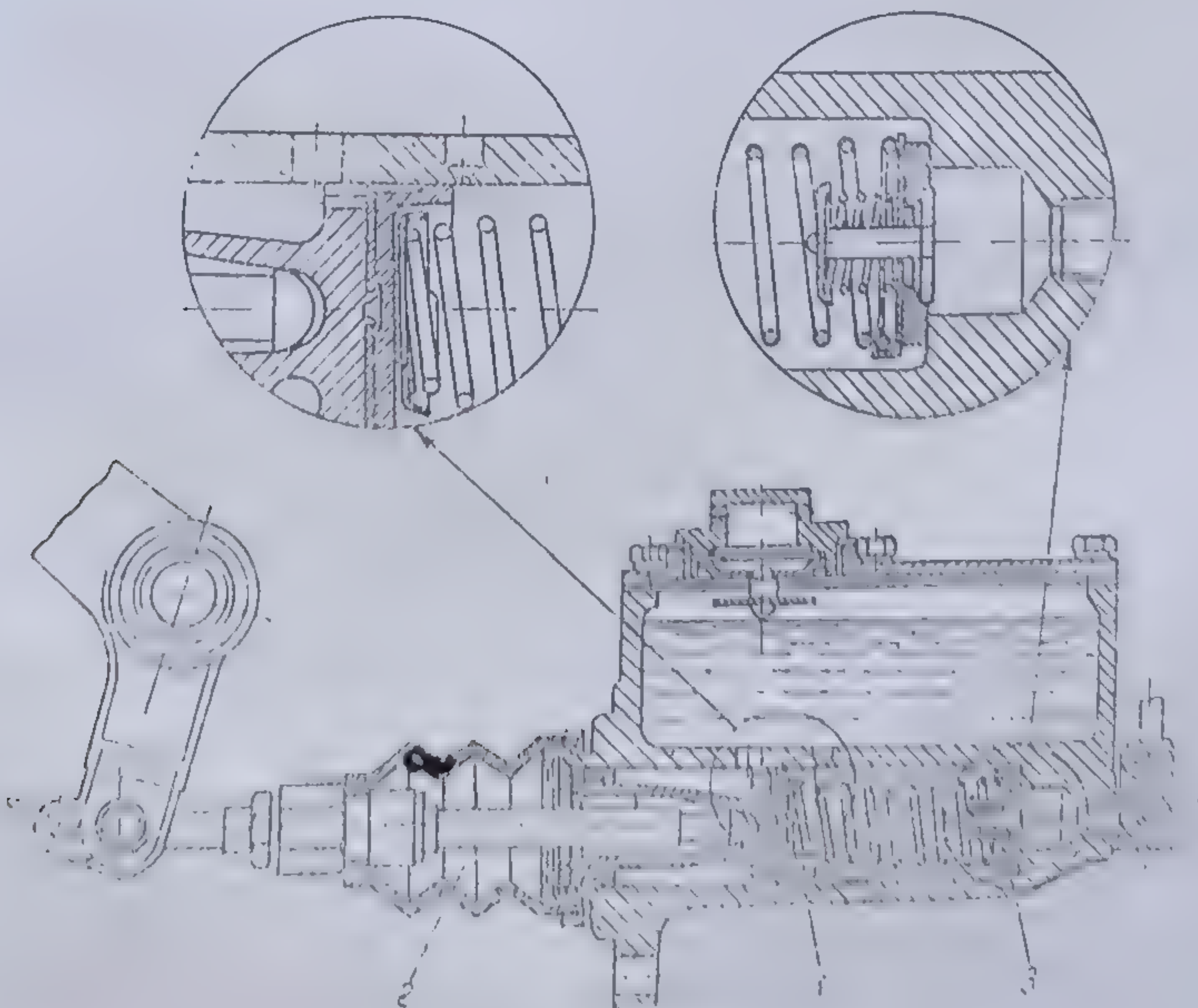


Fig. 4.153. Cilindrul principal de frână.

— deteriorarea etanșeității sistemului se produce ca urmare a slăbirii îmbinării conductelor circuitului hidraulic, ruperea conductelor flexibile, deteriorarea filetelor șuruburilor de evacuare, uzura sa excesivă, a cilindrului receptor și a garniturilor pistonșelor etc. Orice deteriorare a etanșeității, are ca efect pierderea lichidului de frână, diminuarea până la zero a eficacității frânei de serviciu, scăderea nivelului lichidului în rezervorul cilindrului principal.

Cantitatea insuficientă a lichidului în rezervorul cilindrului principal de frână, provoacă pătrunderea aerului în sistemul de frânare. În acest caz, pedala de frână, la apăsare, devine elastică, iar forța de frânare scade. Același efect îl are asupra eficacității sistemului și formarea vaporilor de lichid de frână. Vaporizarea parțială a lichidului de frână în interiorul sistemului, se poate produce în situația supraîncălzirii sabotilor, tamburelor și cilindrilor receptori, în cazul unor frânări îndelungate și intense (coborîrea pantelor lungi cu acționarea permanentă a frânei de serviciu). La sistemele de frânare cu acționare pneumatică, apar următoarele modificări ale stării tehnice:

— uzura generală a compresorului de aer. În decursul exploatării apare uzura grupului piston-cilindru-segmenti, ceea ce provoacă scăderea randamentului volumetric al compresorului. Același efect se obține și în cazul în care se produce neetanșeitatea supapelor;

— uzura garniturilor regulatorului de presiune este însoțită de pierderi de presiune, blocarea accesului spre rezervor a aerului comprimat, imposibilitatea menținerii în sistem a presiunii de lucru ($5,3 \dots 7,35 \text{ daN/cm}^2$).

Aceleași efecte se obțin și în situația în care arcurile se deteriorează sau apar neetanșeități ale supapelor sistemului;

— uzura garniturii pistonului cilindrului de frână pneumatic care realizează o amplificare a presiunii lichidului de frână pentru circuitul hidraulic al punții din față, prin intermediul aerului comprimat. Uzura garniturii pistonului, provoacă pierderi de aer în circuitul pneumatic în timpul frânării și diminuează presiunea lichidului de frână de la roțile din față (exemplu, autovehiculele ROMAN);

— uzura garniturilor cilindrului dublu de frână, care are următoarele efecte: blocarea frinelor punții respective (exemplu, puntea spate la autovehiculele de tip ROMAN), în cazul garniturii pistonului, reducerea forței de frânare, în cazul uzurii excesive sau ruperii garniturii pistonului;

— pierderi de aer comprimat, datorită neetanșeităților la nivelul racordurilor conductelor circuitului, fisurări ale conductelor, neetanșeități la elementele mecanismului de frânare;

— deteriorarea garniturilor de cauciuc, datorită pătrunderii cantităților mai mari de ulei de la compresor;

— înghețarea conductelor de aer, ca urmare a înțepenirii supapei pompei antigel sau obturării orificiilor de admisie a lichidului antigel.

Diagnosticarea sistemului de frânare. Parametrii diagnosticării. Rolul esențial al sistemului de frânare în siguranța circulației, impune o permanentă și atentă supraveghere a acestuia, precum și utilizarea unor metode sigure și precise de diagnosticare a sa, în decursul procesului de exploatare.

Diagnosticarea sistemului de frinare al unui automobil, se axează pe elementele care definesc procesul de frinare:

- decelerația $d = \frac{dv}{dt}$, în m/s^2 ;
- distanța de frinare S , în m ;
- forța de frinare F , în N .

Mărimile obținute, cu ocazia diagnosticării, trebuie raportate la valorile pe care le indică Regulamentul nr. 13 al C.E.E. al O.N.U. prezentate în tabelul 4.21.

Tabelul 4.21

Performanțele de frinare minime admisibile
pentru diferite tipuri de automobile,
prevăzute de Regulamentul nr. 13 al C.E.E. a O.N.U.

Tipul automobilelor	Clasificarea conform Reg. 13 C.E.E. - O.N.U.	Viteza de încercare [km/h]	Efortul maxim admis la pedală [daN]	Formula pentru calculul spațiului de frinare maxim admisibil (v_a în km/h) [m]	Daccelația medie [m/s^2]
Autoturisme	M_1	80	50	$0,1v_a + \frac{v_a^2}{150}$	5,8
Autobuze cu masa totală pînă la 5 000 kg	M_2	60	70	$0,15v_a + \frac{v_a^2}{130}$	5
Autobuze cu masa totală de peste 5 000 kg	M_2				
Autocamioane cu masa totală pînă la 3 500 kg	N_1	70	70	$0,15v_a + \frac{v_a^2}{115}$	4,4
Autocamioane cu masa totală cuprinsă între 3 500 și 12 000 kg	N_2	50			
Autocamioane cu masa totală peste 12 000 kg	N_1	40			

Pentru frînele de staționare se impun decelerații de 3—3,5 m/s^2 și respectiv asigurarea staționării pe o pantă de 16% a autovehiculului timp nelimitat (automobilul neîncărcat). Standardul de securitate nr. 105, actualmente în vigoare în SUA, preconizează încercarea frînei de staționare pe o pantă de 30%.

Metode de diagnosticare a sistemului de frinare. Determinarea decelerației. Decelerația $d = \frac{dv}{dt}$ este scăderea în timp a vitezei automobilului,

ca rezultat al aplicării forței de frinare. Măsurarea decelerației, se face pe drum orizontal uscat, cu îmbrăcăminte betonată, plecînd de la o viteză indicată în tabelul 4.21, în funcție de tipul automobilului. Aparatele pentru măsurarea decelerației pot fi: de tip mecanic (Frenotest—Polonia, Bremmschreiber—R.F.G., folosite de organele pentru controlul circulației), de tip hidraulic (Siemens—R.F.G.), de tip electronic.

Decelerometrele măsoară decelerația maximă obținută în procesul de frinare, iar decelerația medie se determină prin înmulțirea cu 0,8 a valorii indicate, în cazul frînelor cu acționare hidraulică, și cu 0,7 în cazul frînelor cu acționare pneumatică. Decelerografele (exemplu, Bremm-

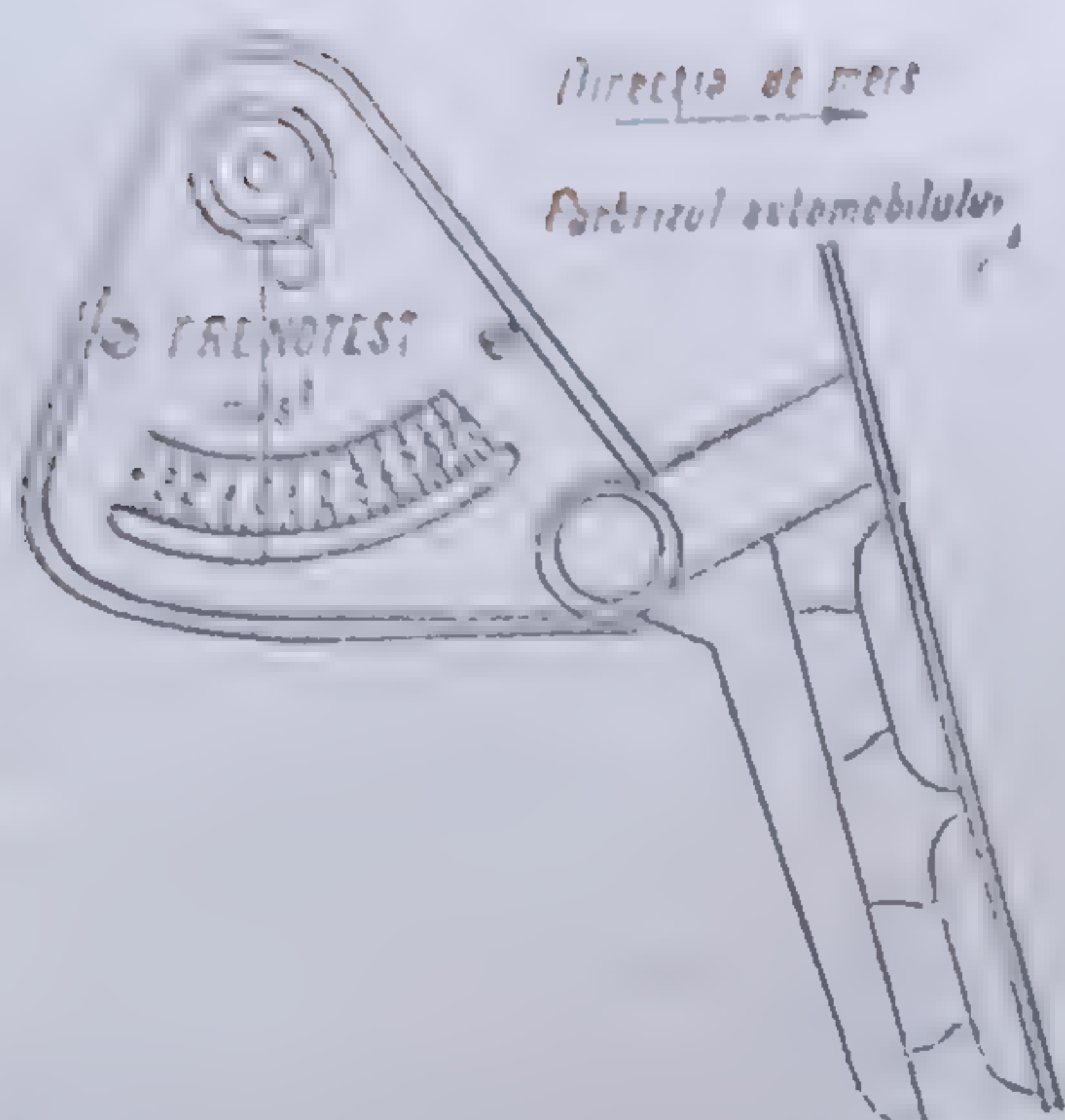


Fig. 4.154. Decelerometrul de tip Frenotest.

schreiber) înregistrează atât evoluția decelerației cât și a forței de apăsare a pedalei de frână, pe durata procesului de frinare.

Spre exemplificare se descrie mai departe modul în care se face măsurarea decelerației cu decelerometrul Frenotest; se fixează aparatul pe parbrizul autovehiculului prin intermediul ventuzelor (fig. 4.154).

Fixarea se face astfel încît acul indicator, situat în plan vertical, să fie perpendicular pe direcția de mers a automobilului.

Se aduce apoi acul indicator în poziția 0 și se conduce cu o viteză care este în funcție de tipul automobilului. După atingerea vitezei stabilite, se frânează autovehiculul prin acționarea frinei de serviciu pînă la oprire, pe aparat rămînînd înregistrată valoarea maximă a decelerației.

Analizînd diagrama decelerației, reprezentată în figura 4.155, se pot determina următoarele mărimi:

t_a — timpul suplimentar din momentul începerii cursei utile a pedalei pînă la începerea acțiunii de frinare;

t_s — întîrzierea din momentul începerii dezvoltării forței de frinare pînă la atingerea valorii ei maxime.

Decelerația medie se determină cu relația:

$$d_m = d_{max} \frac{t_b - t_u}{t_b + t_u} \text{ [m/s}^2\text{]} \quad (4.22)$$

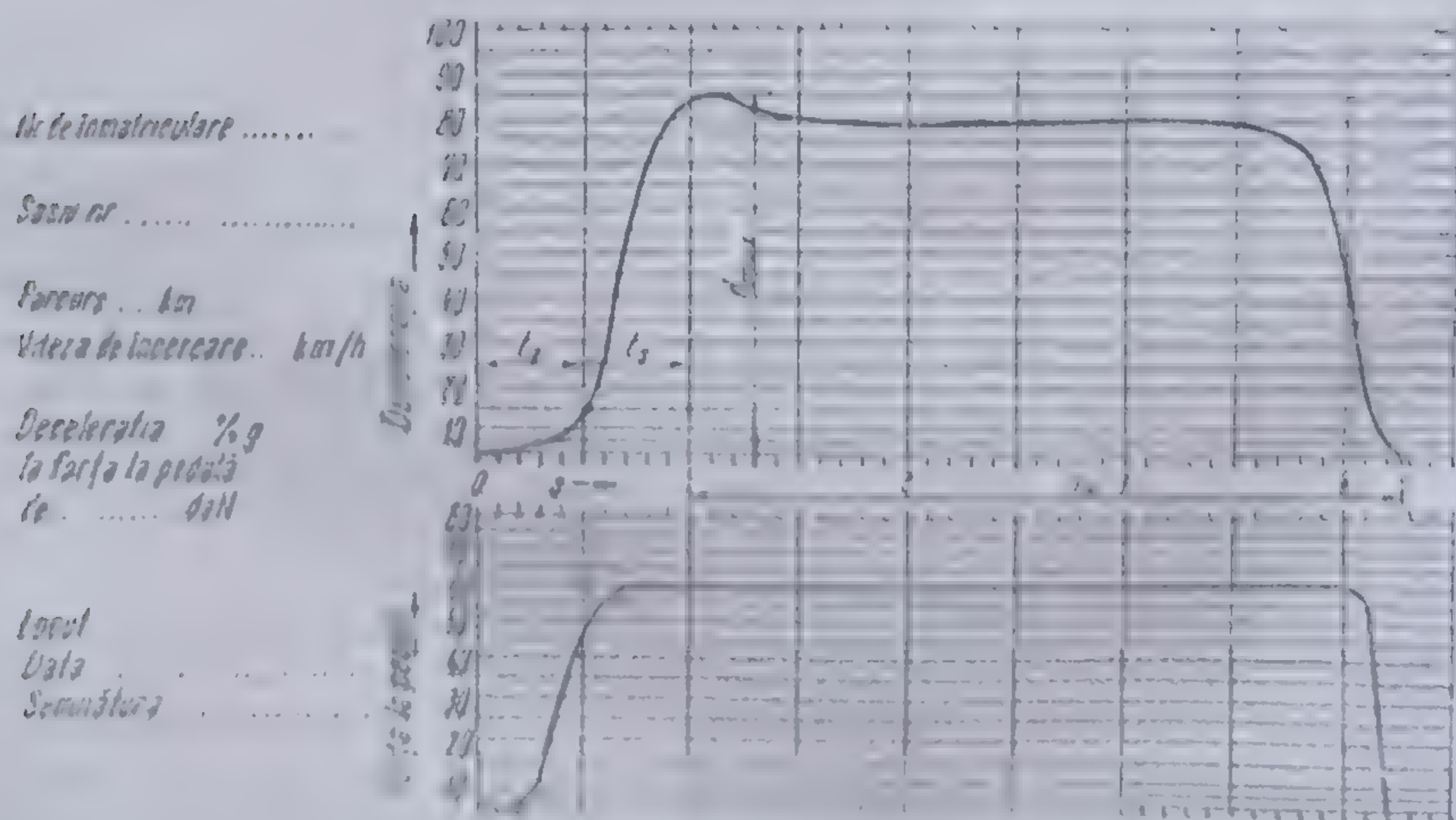


Fig. 4.155. Variația decelerației și a forței de apăsare pe pedala de frână în funcție de timp.

unde :

d_{max} este decelerația maximă realizată în procesul de frînare :

$$t_b = t_s + t_v \text{ [s]}$$

$$t_u = t_s + \frac{t_s}{2} \text{ [s].}$$

Tot din această diagramă se poate determina durata procesului de frînare, forța de apăsare pe pedala de frînă (evoluția forței pe pedală).

Spațiul de frînare reprezintă distanța parcursă de automobil, din momentul acționării frînelor, pînă la oprire. Cu cît frîna este mai eficace, pentru condiții de drum standard, cu atît acest spațiu va fi mai mic. Acesta se determină conform relațiilor din tabelul 4.21 pentru decelerațiile medii prevăzute.

Practic, se poate calcula (în funcție de valoarea decelerației stabilite experimental), cu relația următoare:

$$S = \frac{V^2}{26d} \text{ [m]}$$

în care :

V este viteza inițială, în km/h ;

d — decelerația, în m/s²

Spațiul de oprire al automobilului, prin acționarea sistemului de frînare de serviciu, se poate determina cu o precizie bună prin utilizarea unui pistol cu vopsea, montat convenabil pe automobil, cu ajutorul căruia se marchează pe suprafața drumului, punctul în care conducătorul automobilului acționează pedala de frînă.

Determinarea forței de frînare pe roți. Forța de frînare la roțile automobilului și respectiv a repartiției acesteia pe roți, se determină în condiții de atelier cu ajutorul unor instalații specializate, dintre care cea mai largă răspîndire o au standurile statice cu role care pot fi întîlnite în dotarea atelierelor-service.

Principiul de funcționare al acestuia constă în măsurarea forței de frînare F'_f (fig. 4.156) care este o componentă a forței de frînare totale F_f (F_f însumează rezistența la rulare R_r , rezistența aerului, rezistența la pantă, forțele corespunzătoare momentelor de inerție).

Forța de frînare F'_f este egală cu forța de reținere, generată de frînarea roții asupra unui ansamblu de două role care servesc ca suport, și în același timp, ca sistem de antrenare al roții.

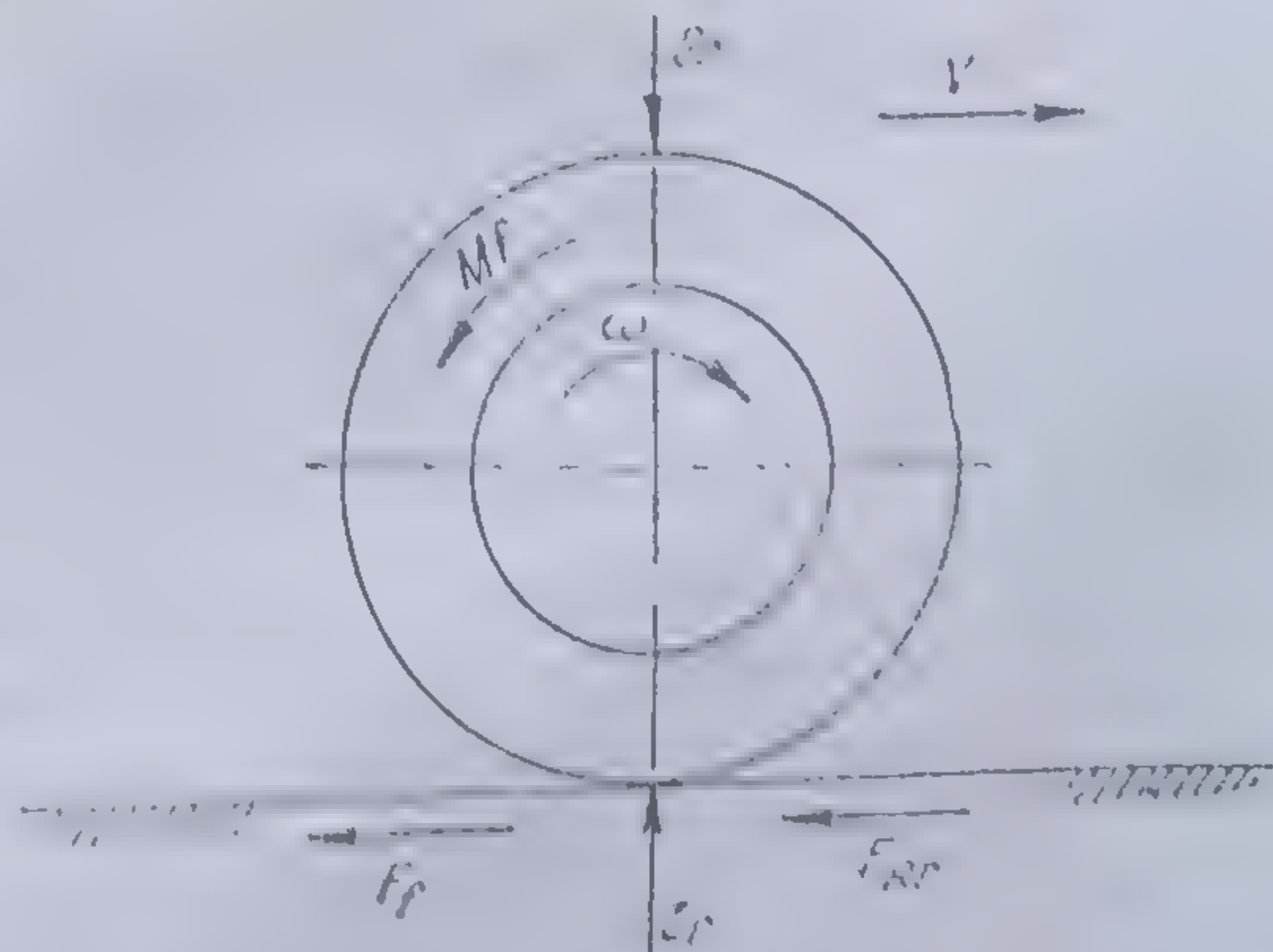


Fig. 4.156. Sistemul forțelor care acționează roata frînată.

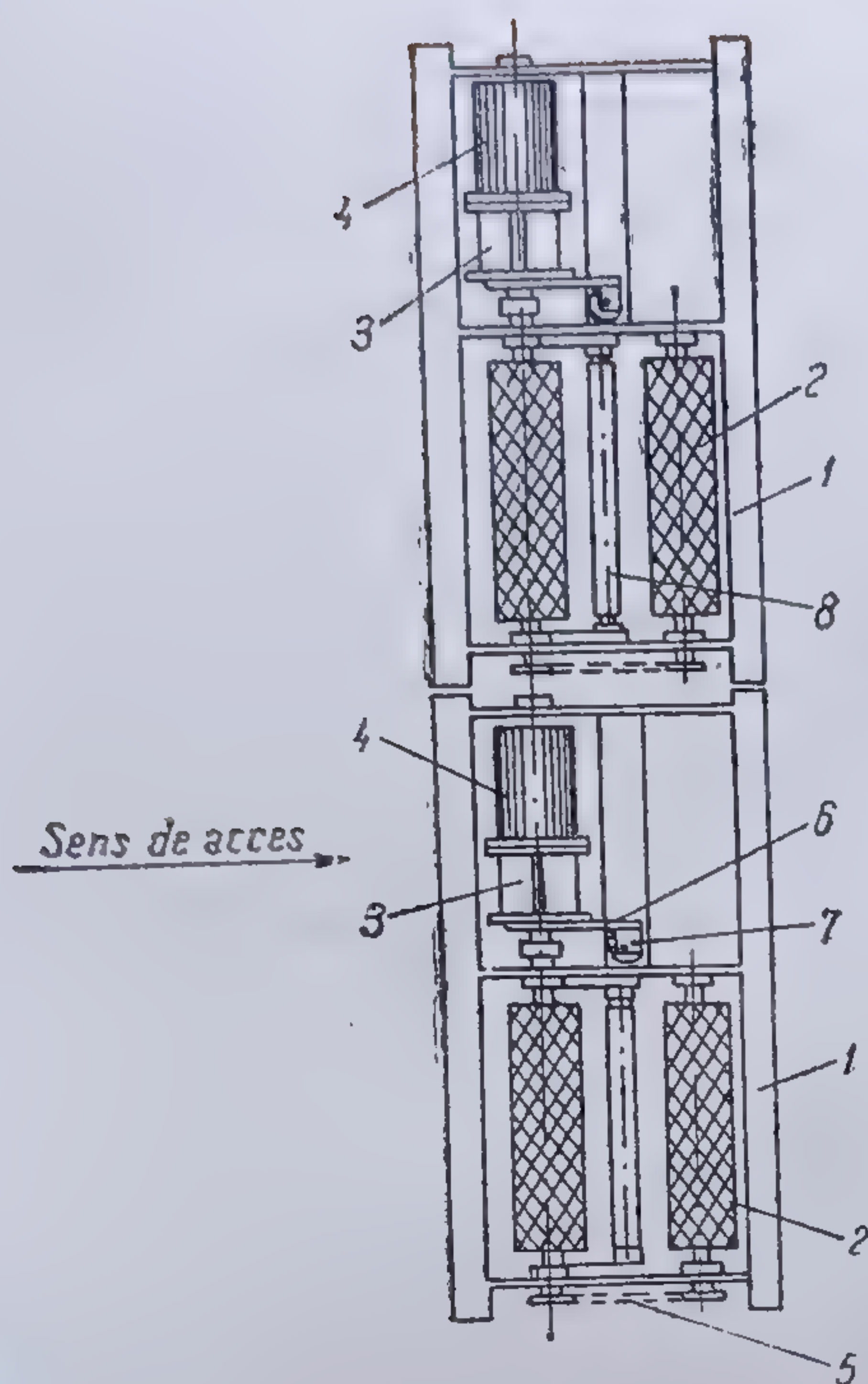


Fig. 4.157. Stand pentru măsurarea forțelor de frînare la roți.

Standul este constituit din două cadre metalice 1 (fig. 4.157), care se montează în aceeași linie (ca să poată prelua ambele roți 2 ale unei punți) și care sînt îngropate în podeaua halei sau atelierului.

Rolele din spate sînt acționate prin intermediul unor reductoare 3, de către motoarele electrice 4, mișcarea fiind transmisă la rolele din față prin lanțul de transmisie 5. La carcasa reductorului care este mobilă (se poate roti) este fixată pîrghia 6, care transmite forța aferentă de reținere (egală cu forța de frînare (F'), unui circuit hidraulic format din cilindrul 7. Pistonul acestuia este acționat de pîrghia 6. Presiunea creată în circuitul hidraulic, ca urmare a deplasării pistonului, este proporțională cu cuplul dat de pîrghia 6, deci cu forța de frînare. Etalonînd corespunzător scala celor două manometre (ale celor două circuite hidraulice) se pot citi direct, forțele de frînare pe fiecare din roțile punții respective.

Fiecare din cele două cadre 1, este prevăzut cu un dispozitiv 8 pentru oprirea automată a rolelor, la apariția

patinării roții automobilului pe acestea.

În timpul frînării, pe pedala de frînare se poate monta un dinamometru, care indică forța de apăsare a pedalei.

Operațiile pregătitoare și de diagnosticare ale instalației de frînare, pe un stand de felul celui prezentat anterior sînt următoarele:

— se așază automobilul pe role cu roțile punții, față sau spate, se pune maneta schimbătorului de viteze la punctul neutru, se oprește motorul;

— se cuplează sistemul de acționare al rolelor standului;

— se încălzesc tamburele sau discurile roților din față, făcîndu-se 3—4 apăsări pe pedala de frînă cu durata de 15—20 s, fiecare (fără a se bloca roțile);

— se efectuează controlul pneurilor: adîncimea profilului minim 1,5 mm (pneurile să nu fie ude, murdare de ulei etc.), presiunea în pneuri;

— se controlează etanșetatea sistemului de frînare, se reglează cursa liberă a pedalei de frînă (15—20 mm);

— se montează dinamometrul pe pedala de frînă al automobilului și se apasă pedala, progresiv, reținîndu-se valoarea forței la care apare blocarea roților, pentru ca în timpul probelor apăsarea pe pedală să ajungă numai pînă la o valoare imediat inferioară valorii forței de blocare;

— se execută apoi măsurătorile propriuzise: persoana aflată la volan va apăsa pedala de frână pînă la atingerea valorii forței de apăsare arătate anterior și se citește la cele două aparate, indicatoare ale standului, valoarea forțelor de frînare la roțile punții respective.

Operațiile de mai sus se repetă și la cealaltă punte.

Determinarea eficacității de frînare a sistemului se calculează cu relația:

$$E_{fs} = \frac{\Sigma F_4}{G} \cdot 100 [\%] \quad (4.23)$$

unde :

E_{fs} este eficacitatea de frînare a frînei de serviciu, în %;

ΣF_4 — suma forțelor de frînare pe cele patru roți ale automobilului, în daN;

G — greutatea automobilului, în daN ($G = m \cdot g$, în care m este masa autovehiculului, iar g accelerația gravitației = $9,81 \text{ m/s}^2$).

Valoarea minimă admisă a eficacității sistemului de frînare de serviciu este de 50%.

Pentru frîna de staționare:

$$E_{fm} = \frac{\Sigma F_m}{G} \cdot 100\%$$

unde :

E_{fm} este eficacitatea frînei de staționare (de mînă);

ΣF_m — suma forțelor de frînare pe roțile din spate la acționarea frînei de mînă, în daN.

Raportul forțelor de frînare pe punțile automobilului trebuie să fie cuprinsă în limitele :

$$\frac{\Sigma F_{fața}}{\Sigma F_{spate}} = 1,2 \dots 1,5. \quad (4.24)$$

Între roțile aceleiași punți, diferența forțelor de frînare nu trebuie să depășească 30 daN.

Unele standuri pentru determinarea forțelor de frînare la roți, sînt prevăzute cu sisteme de înregistrare a variației forței de frînare în funcție de forța de apăsare pe pedala de frînă. Un astfel de stand este standul Hoffmann, iar diagrama care se obține arată ca cea reprezentată în figura 4.158. Se observă creșterea forței de frînare proporțional cu forța de apăsare pe pedala de frînă, pînă la apariția patinării, cînd forța de frînare rămîne constantă.

În vederea analizării calitative a eficienței sistemului de frînare, este oportun a se analiza evoluția forței de frînare la limita eficacității. În cazul în care, la măsurare, apare o evoluție după curba 1 (fig. 1.159), se poate considera sistemul suficient de eficace pentru tipul respectiv de autovehicul, iar dacă se înregistrează o evoluție după curba 2, înseamnă o dereglare sau o defecțiune a mecanismului de frînare.

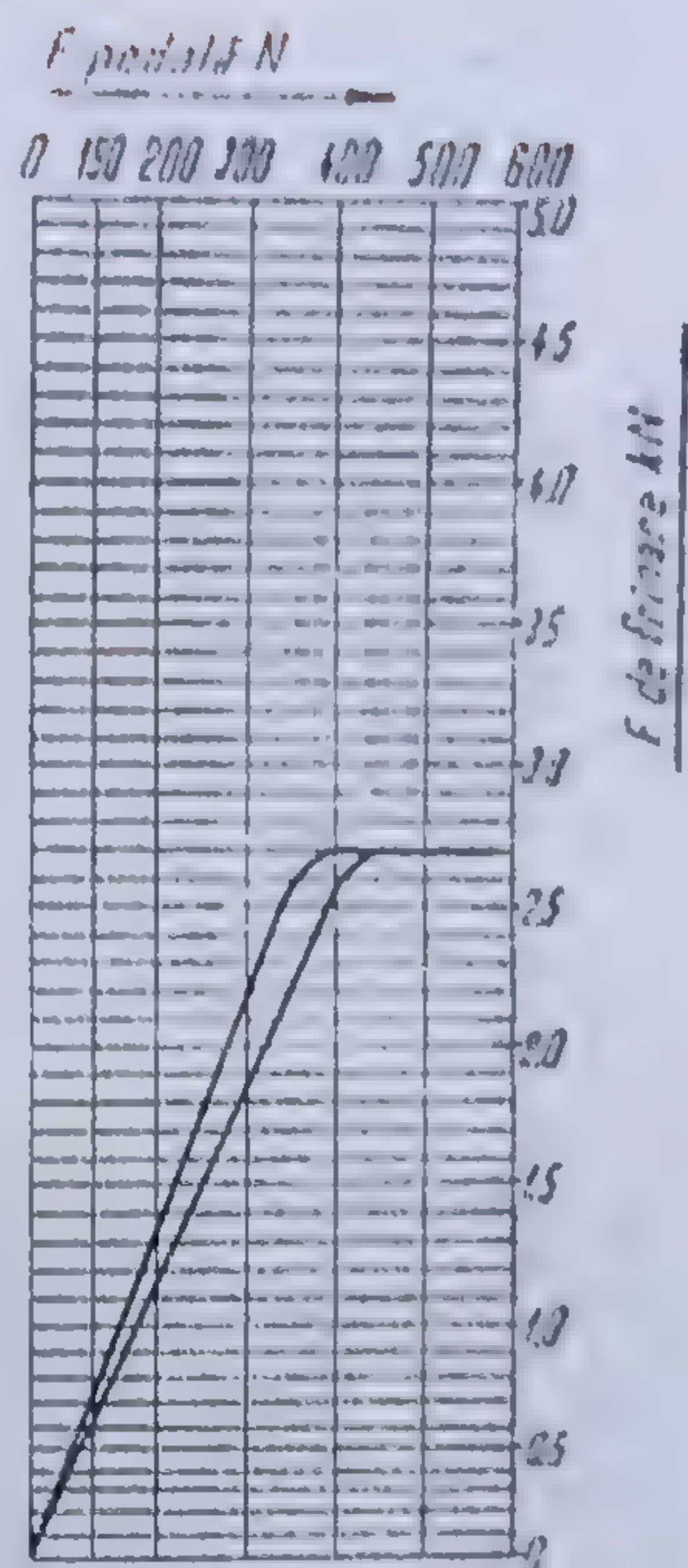


Fig. 4.158. Diagrama forțelor de frînare în funcție de forța la pedala de frînă.

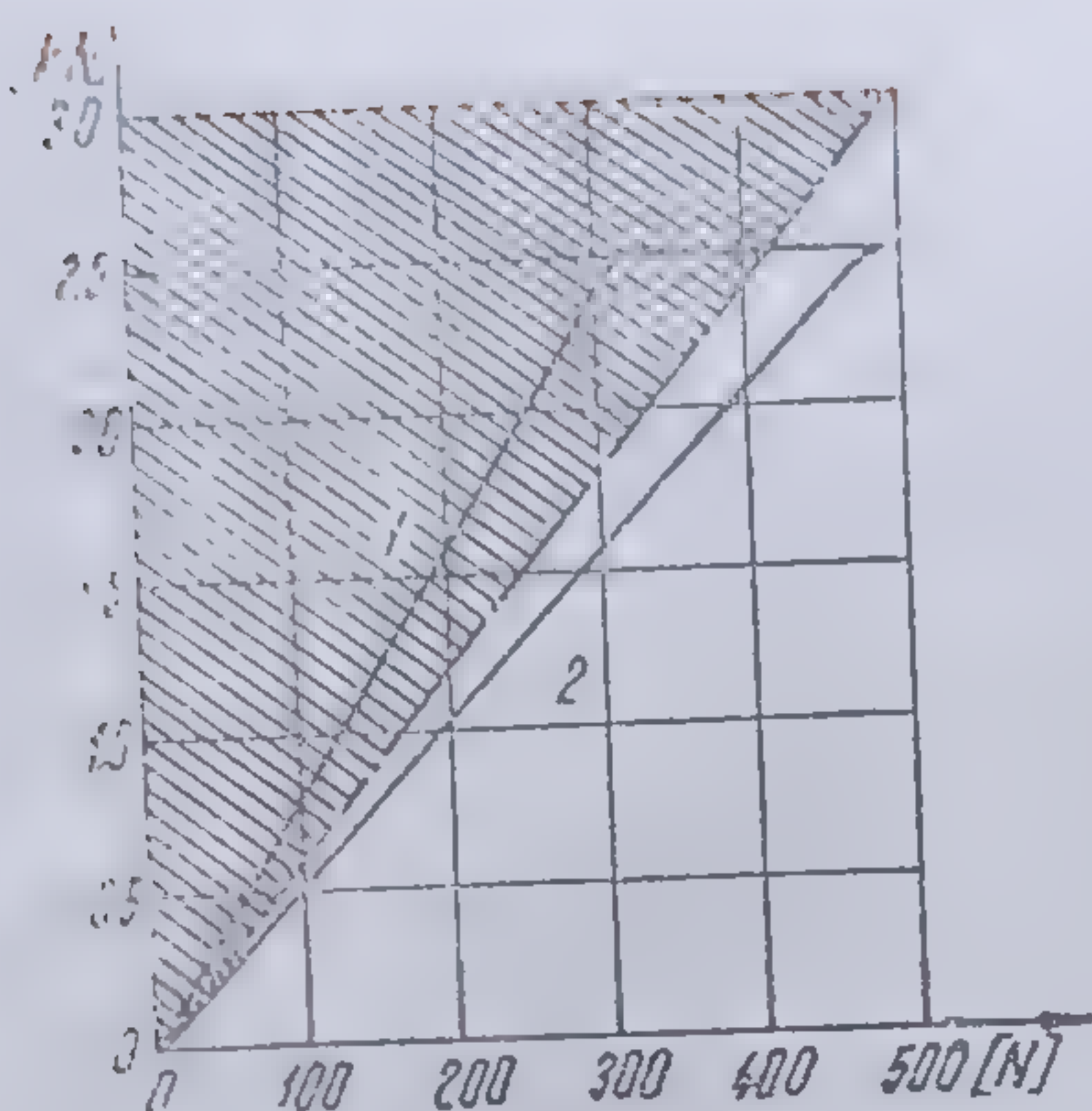


Fig. 4.159. Limitele de eficacitate ale sistemului de frinare.

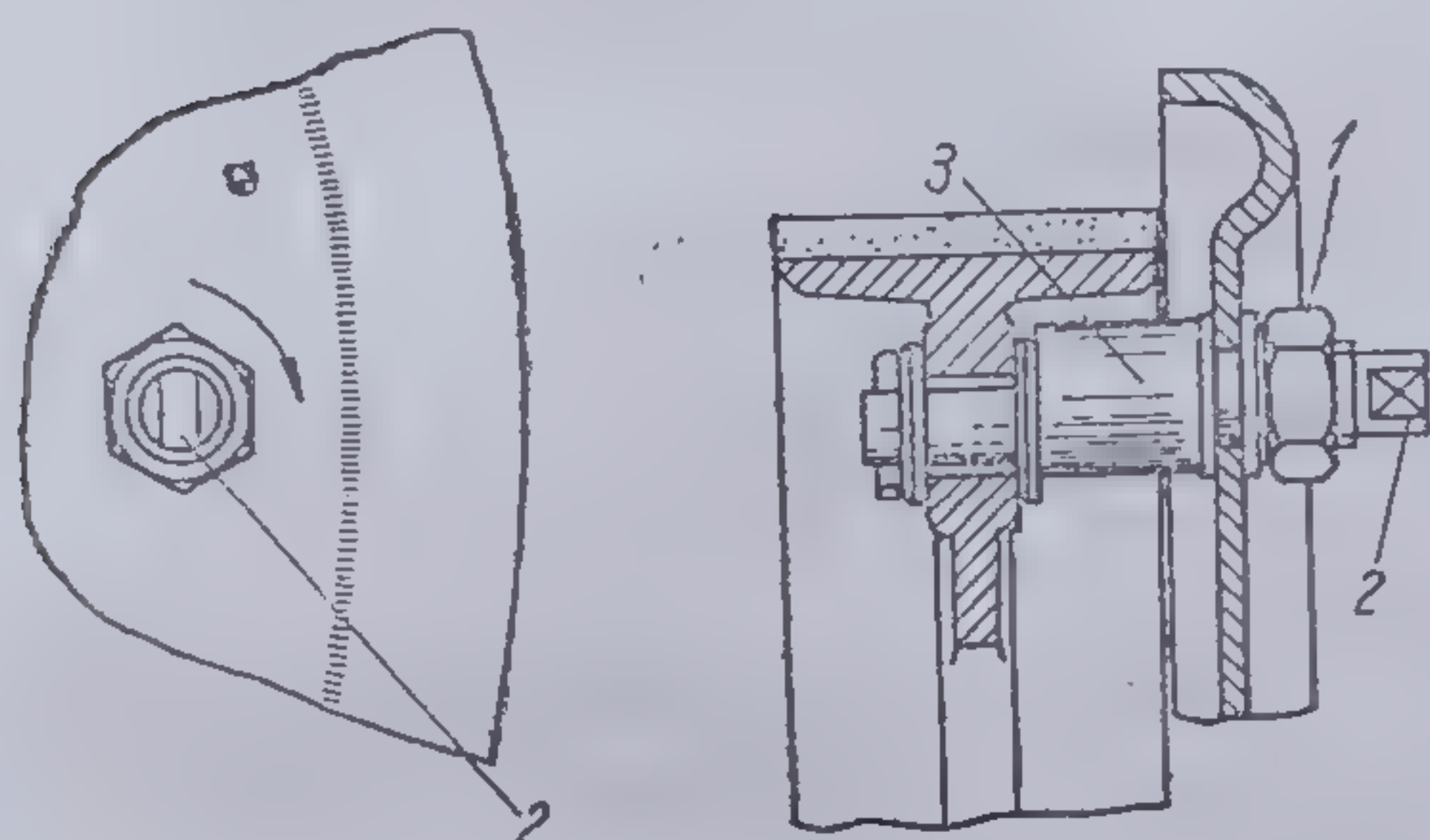


Fig. 4.160. Elementele de reglaj ale saboților de frână.

tea se strunjesc pînă la obținerea unei suprafețe plane, după care se execută o strunjire fină sau rectificare. Suprafața de lucru a tamburelor sau discurilor de frână trebuie să fie la un nivel ridicat de netezime, pentru realizarea unei suprafețe de frecare cît mai mari.

Saboții, în cazul în care nu este necesară schimbarea garniturilor, se curăță cu peria de sîrmă și se spală cu benzină, pentru îndepărtarea uleiului, prafului și a materialului de uzură pătruns în stratul superficial al garniturilor;

— reglarea periodică a jocurilor dintre garniturile de frână și tambure, la sistemele la care acestea nu se reglează automat. Sistemul de reglare larg răspîndit este cel cu excentric (fig. 4.160).

Jocul dintre garniturile de frână și tambure, cuprins între 0,25—0,7 mm, se reglează în felul următor: după ce se ridică roata respectivă cu cricul și se slăbesc contrapiulițele 1 se acționează cu cheia în locul 2, excentricul 3 și, în același timp, se rotește roata pînă cînd se produce o frecare slabă. După aceasta, se acționează pedala de frână de cîteva ori, pentru așezarea corectă a garniturilor de frână pe tambur și se rotește excentricele în sens invers, pînă cînd roata se va roti liber; urmează fixarea excentricelor 3 cu contrapiulițele 1;

— reglarea cursei libere a pedalei de frână. Valoarea cursei libere a pedalei de frână este cuprinsă între 4—15 mm la autoturisme, și 10—

Operațiile de întreținere tehnică ale sistemului de frinare. Principalele operațiuni de întreținere tehnică ale sistemului de frinare cu acționare hidraulică, care se efectuează fie zilnic, fie cu ocazia reviziilor tehnice, sînt următoarele:

— verificarea zilnică a etanșeității sistemului și a nivelului lichidului de frână în rezervorul pompei centrale. În general nivelul lichidului de frână nu trebuie să scadă sub 15 mm de la marginea orificiului de umplere.

Completarea trebuie făcută cu același tip de lichid. Etanșeitatea se verifică prin control vizual al racordurilor flexibile, al punctelor de fixare a conductelor, al pompei centrale și cilindrilor receptori. Verificarea se repetă și în stare de funcționare, adică se creează presiune în sistem prin apăsarea pedalei de frână;

— verificarea tamburelor (a discurilor) și a saboților. În cazul în care la demontare, se constată că pe suprafața activă a discurilor sau tamburelor există rizuri, ace-

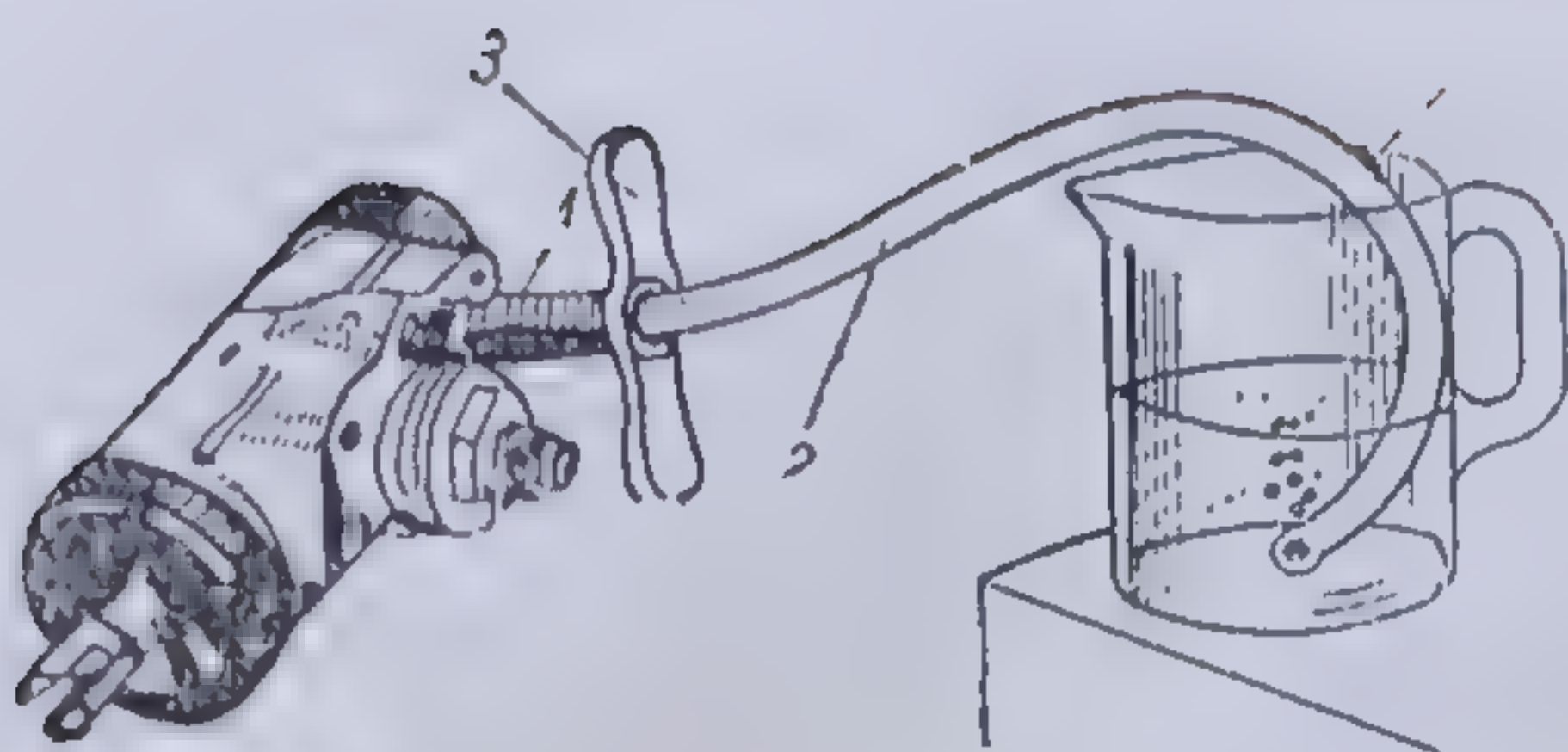


Fig. 4.161. Modul de evacuare al aerului din sistemul de frinare cu acționare hidraulică.

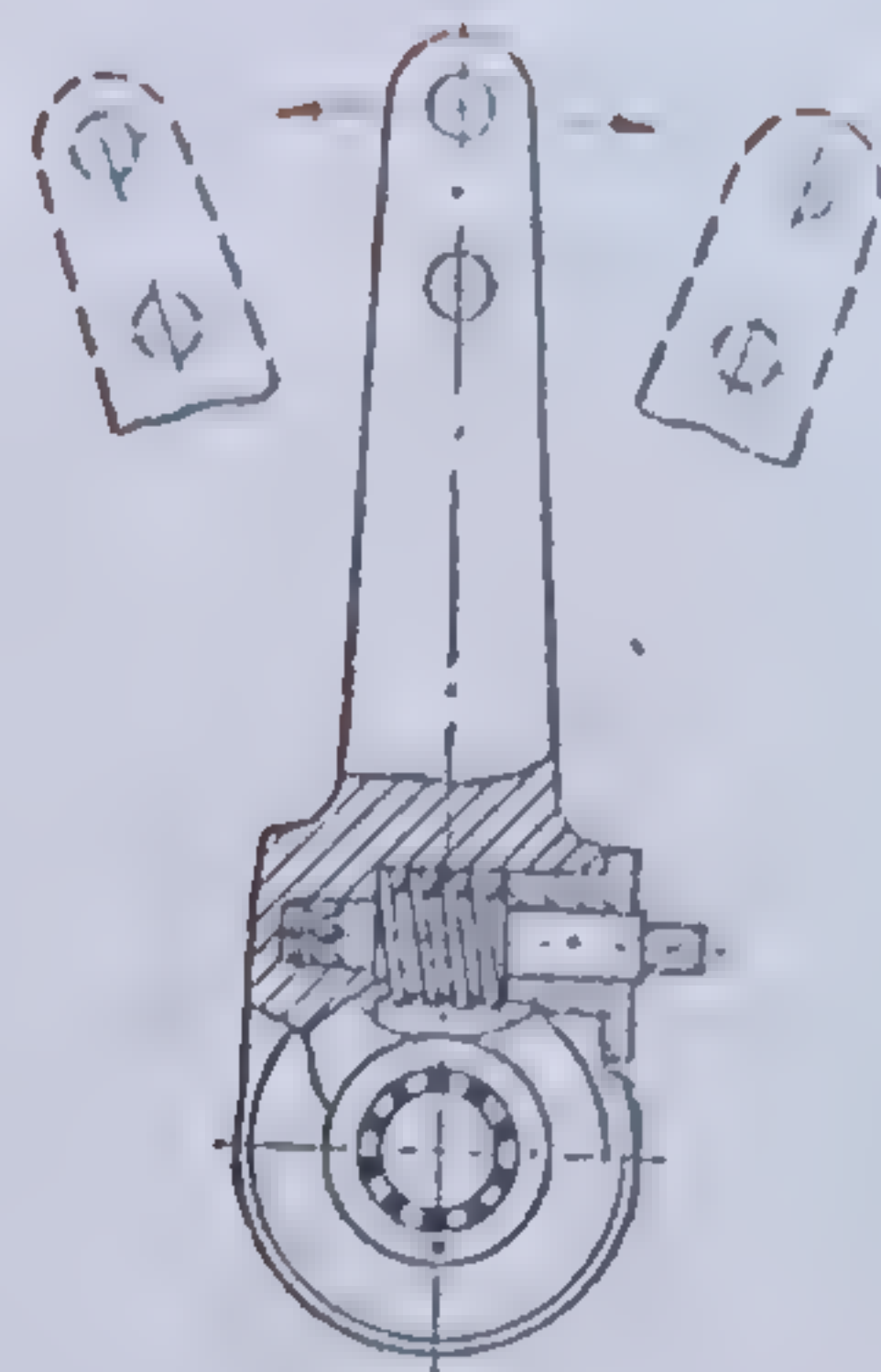


Fig. 4.162. Mecanismul de reglare al poziției camei.

15 mm la autocamioane. Aceste valori corespund unor jocuri, între tija împingătoare și pistonul cilindrului principal, cuprinse între 0,5—2,5 mm.

Cursa liberă prea mică, poate provoca pericolul acoperirii orificiului de compensare al cilindrului pompei centrale de către pistonul acesteia, iar o cursă prea mare, poate reduce eficacitatea frânei;

— aerisirea sistemului de frinare — se execută ori de câte ori se constată arcuirea pedalei de frână, la înlocuirea sau completarea lichidului de frână sau după efectuarea de reparații la nivelul cilindrilor receptori sau al pompei centrale.

Operația de evacuare a aerului din sistem, se execută în felul următor:

— se umple cu lichid de frână rezervorul pompei centrale, se desurubează dopul filetat 1 (fig. 4.161) și se introduce furtunul 2, de evacuare a aerului cu cheia tubulară 3. Capătul liber al furtunului se introduce într-un vas 4, care conține lichid de frână. Se rotește cheia spre stînga, deschizîndu-se astfel orificiul de aerisire. În același timp, o altă persoană, apasă pedala de frână de mai multe ori, pînă cînd lichidul din instalație va ieși prin furtun, fără bule de aer. Menținînd pedala apăsată, se strînge șurubul de evacuare al aerului. În final se completează lichidul din rezervorul pompei centrale de frână.

Operațiunea de mai sus, se execută pentru toți cilindrii receptori începînd cu cei mai îndepărtați de pompa centrală.

La întreținerea tehnică a sistemului de frinare cu acționare pneumatică, în afara operațiunilor amintite mai înainte, se mai efectuează și următoarele reglaje:

— reglarea tensiunii curelei compresorului (se urmărește ca întinderea curelei compresorului să fie astfel realizată, încît, la o apăsare cu 2—5 daN săgeata să fie 10—15 mm), controlîndu-se totodată nivelul uleiului din compresor;

— reglarea distanței între garniturile saboților și tamburelor (care se realizează prin mecanismul cu melc și roată-melcată de care este legată cama 1, de acționare a saboților) (fig. 4.162);

— verificarea etanșeității sistemului și a vitezei de creștere a presiunii. La o turație medie a motorului, timp de 5—6 min de la pornirea motorului, trebuie să se ajungă la presiunea de regim. Etanșeitățile sis-

temului se verifică (după ce se asigură presiunea de regim) dacă lăsînd liberă pedala de frînă, timp de 1 h, pierderea de presiune nu depășește 0,5 daN/cm²;

— purjarea rezervoarelor de aer comprimat — curățirea filtrului de aspirație a compresorului, a regulatorului de presiune;

— verificarea și înlocuirea, dacă este cazul, a garniturilor cilindrilor de frînare (camerele de frînă). Se verifică totodată burdusul de cauciuc pentru protecția tijei cilindrilor de frînare.

Întreținerea *frînei de staționare cu acționare mecanică* (prin cablu) constă în verificarea periodică a stării cablurilor, tijelor și bolțurilor și gresarea articulațiilor și a sectorului dințat al pîrghiei de acționare.

La un reglaj corect, frîna de staționare trebuie să acționeze la al 6-lea, al 7-lea dinte al sectorului dințat.

CAPITOLUL 5

EXPLOATAREA AUTOMOBILELOR ÎN CONDIȚII SPECIALE

În multe cazuri, exploatarea automobilelor se desfășoară în condiții de drum și climă nefavorabilă. Influența temperaturii joase sau ridicate a aerului, a prafului și umidității din aer, a stării drumurilor asupra agregatelor și mecanismelor automobilului este foarte pronunțată.

Nerespectarea sau necunoașterea particularităților exploatării automobilelor în condiții grele de drum și climă poate conduce la pierderea siguranței în funcționare a acestora, la scoaterea din funcțiune a unor agregate sau mecanisme în mod izolat, la creșterea consumului de combustibil și lubrifianți în mod nejustificat, la reducerea capacității de producție și chiar la obligația de a scoate din circulație mijlocul de transport.

5.1. PARTICULARITĂȚILE EXPLOATĂRII AUTOMOBILELOR ÎN TIMPUL IERNII

Fiabilitatea și durabilitatea automobilului în timpul iernii, ușurința pornirii motorului, economia de combustibil, depind într-o mare măsură de calitatea lucrărilor de pregătire pentru utilizarea mijloacelor de transport în acest anotimp, precum și de calitatea materialelor de exploatare (uleiuri, combustibil, lichid de răcire etc.).

Particularitatea exploatării autovehiculelor în timpul iernii constă în temperatura coborâtă a aerului (în majoritatea timpului de exploatare în acest anotimp temperatura este sub 0°C), și în capacitatea de trecere redusă a automobilului pe drumurile acoperite cu zăpadă, polei și gheață, care va afecta în special calitățile de tracțiune-aderență ale automobilelor.

Temperatura coborâtă a aerului influențează, în special, asupra condițiilor de pornire a motoarelor datorită urmărilor sale defavorabile asupra bateriei de acumulatori, uleiului și combustibilului.

Siguranța pornirii motorului cu demarorul, depinde, în mare măsură, de capacitatea bateriei de acumulatori, care se reduce prin micșorarea temperaturii electrolitului. Se explică acest fenomen prin scă-

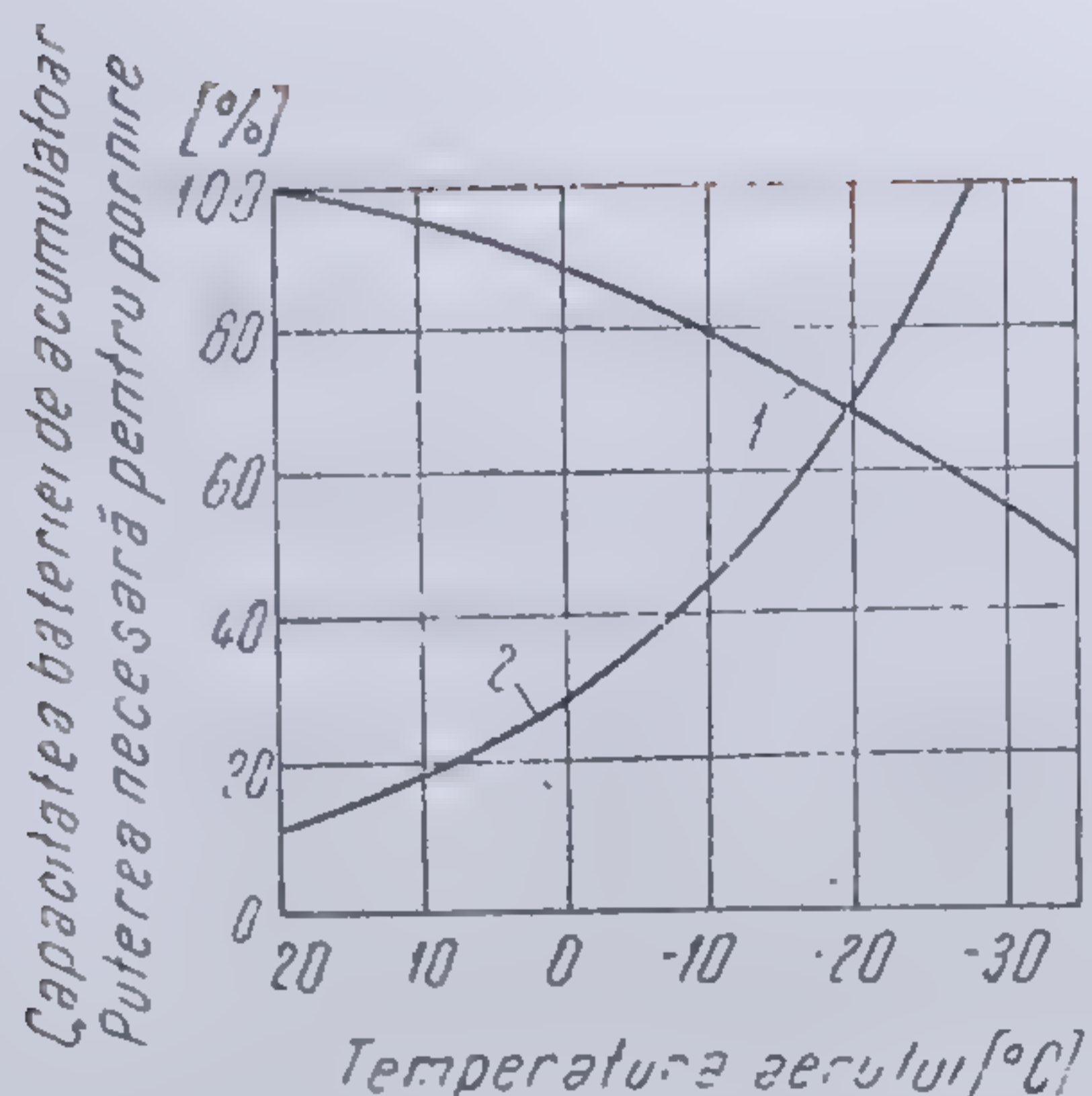


Fig. 5.1. Variația capacității bateriei de acumulare și a puterii necesare pentru pornirea motorului în funcție de temperatura aerului înconjurător :
1 — capacitatea bateriei de acumulare;
2 — puterea necesară pentru pornirea motorului.

în porii plăcilor de electrozi. La reducerea temperaturii electrolitului cu un grad, capacitatea bateriei se reduce cu 1—1,5%. Astfel, cu micșorarea temperaturii se crează condiții nefavorabile pentru pornirea motorului, cu demarorul. Pe de o parte, capacitatea bateriei de acumulare se reduce, iar pe de altă parte, puterea necesară pentru pornirea motorului se mărește, datorită creșterii rezistențelor la rotirea arborelui cotit (fig. 5.1).

Temperatura coborâtă influențează, de asemenea, și asupra reîncărcării bateriei de acumulare în timpul când automobilul se află în cursă. Încercările efectuate au stabilit, că, la temperatura electrolitului egală cu +40°C, bateria de acumulare se reîncarcă de la un grad de încărcare de 50%, până la încărcarea maximă, în timp de 6 h, pe când la o temperatură de -10°C, de la același grad de încărcare, și în același timp, se realizează un grad de încărcare de numai 62%. În aceste condiții, la temperaturi joase ale electrolitului, reîncărcarea bateriei pe automobil până la capacitatea sa nominală, practic, nu este posibilă.

Creșterea rezistențelor la rotirea arborelui cotit la temperaturi joase se datorește creșterii viscozității uleiului. Aceasta într-o mare măsură determină siguranța pornirii motorului rece. Din cauza complexității fenomenului, creșterea rezistenței în timpul pornirii nu se poate determina pe cale analitică, de aceea se adoptă rezultatele cercetărilor experimentale (fig. 5.2).

La rotirea arborelui cotit până la primele aprinderi din cilindrii motorului, viscozitatea uleiului, care se află în jocul existent între piston și cilindru, oarecum se reduce, ca urmare a pătrunderii benzinei pe pereții cămășilor. Întrucît, pierderile mecanice din cauza frecării pistoanelor cu pereții cilindrilor reprezintă aproximativ 60% din totalul pierderilor prin frecare din motor, această diluare a uleiului, oarecum, reduce rezistența la rotire a arborelui cotit.

Un alt factor care îngreunează pornirea motoarelor la temperaturi joase este calitatea combustibilului. Cu reducerea temperaturii, viscozitatea benzinei sau motorinei crește într-un mod pronunțat, ca urmare, se reduce viteza de curgere a acestora prin jiclor, respectiv prin con-

derea tensiunii la borne, prin micșorarea capacității de reîncărcare a bateriei în timpul parcursului, dacă nu se asigură izolarea termică sau încălzirea ei.

Scăderea tensiunii la bornele bateriei de acumulare se datorește, în special, creșterii rezistenței interioare provocată de creșterea rezistenței separatoarelor, din cauza micșorării permeabilității lor pe măsura reducerii temperaturii, deoarece în acest caz se reduc dimensiunile canalelor de trecere pentru electrolit prin aceste elemente. Această micșorare a tensiunii poate să fie destul de mare, astfel: în cazul unei baterii de 6 V la 20°C, tensiunea acesteia scade la 3 V la -32°C.

Capacitatea bateriei scade brusc, odată cu reducerea temperaturii, cauza principală fiind creșterea viscozității electrolitului, care înrăutățește difuzia acestuia

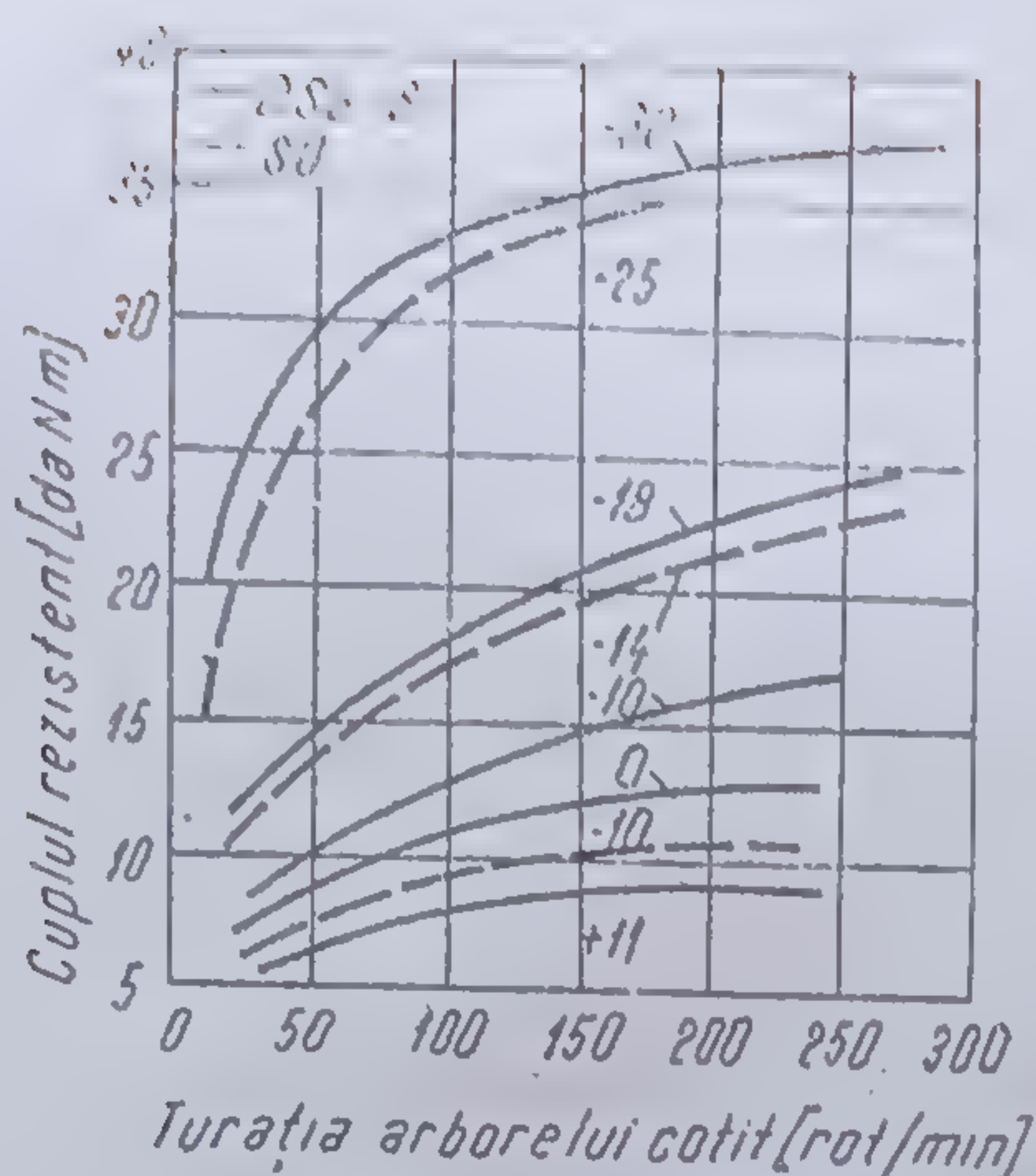


Fig. 5.2. Variația cuplului rezistent, la rotirea arborelui cotit, la diferite temperaturi și sortimente de ulei în funcție de turația motorului.

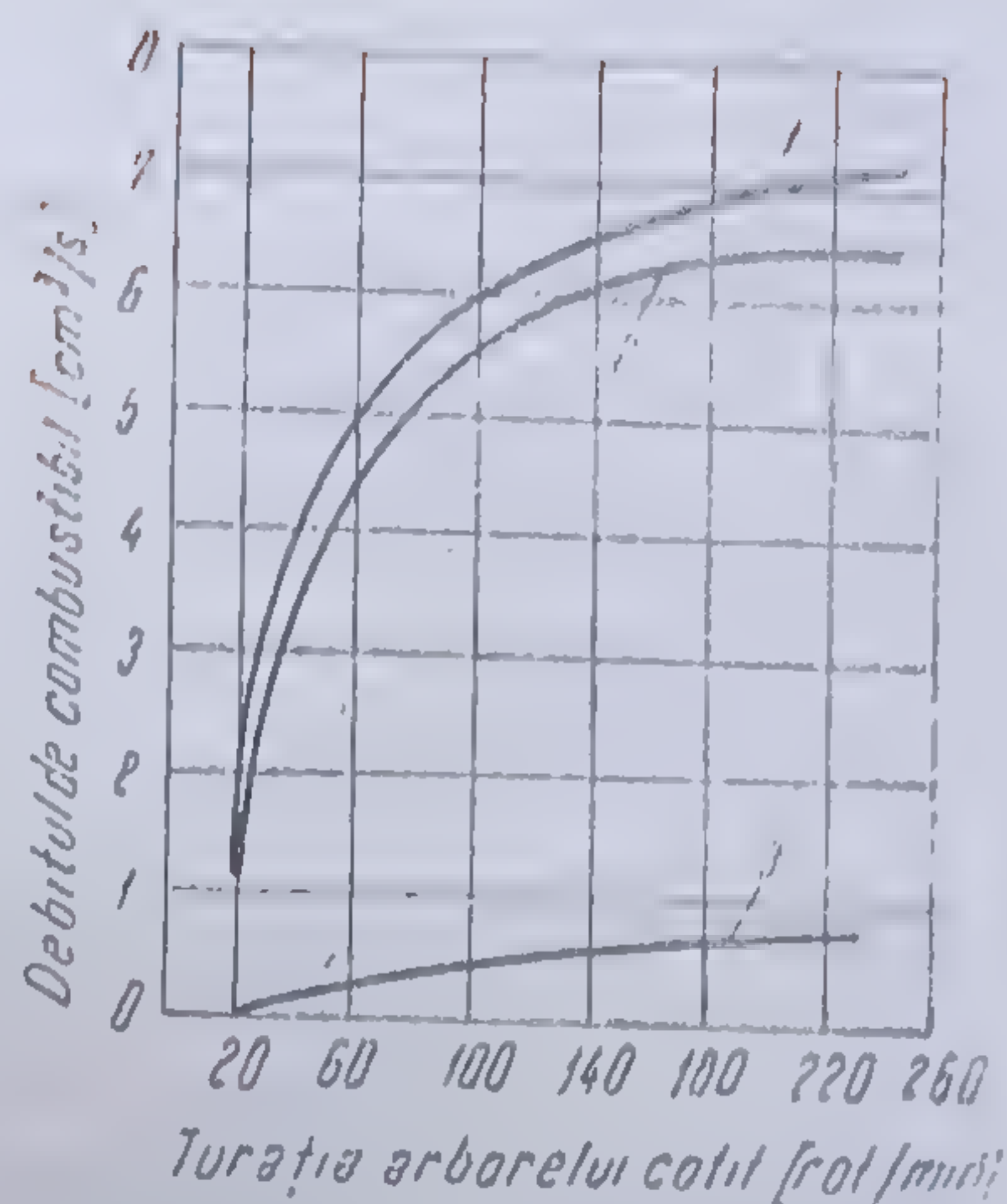


Fig. 5.3. Variația cantității de benzină vaporizată în funcție de turația motorului:

1 — debitul total de benzină; 2 — cantitatea de benzină în stare lichidă; 3 — cantitatea de benzină în stare de vapor.

ducte și canal. La temperatură joasă și la o viteză de curgere relativ mică, a curențului de aer în colectorul de admisie, la turația de pornire a motorului, pulverizarea și vaporizarea combustibilului se înrăutățește brusc.

Conform datelor de încercare la temperatură de la 0 pînă la -12°C , pulverizarea și capacitatea de vaporizare a benzinei se află între limitele de 4—10%. De aceea, în timpul pornirii motorului la temperaturi joase, 90—96% din combustibil se condensează în colectorul de admisie și pătrunde în cilindrii sub formă de peliculă lichidă (fig. 5.3). Cu creșterea vitezei de rotație a arborelui cotit în timpul pornirii motorului crește și capacitatea de vaporizare, însă într-o măsură destul de mică. Astfel, de exemplu, cu creșterea turației de la 30 pînă la 260 rot/min (de circa 9 ori) cantitatea de combustibil care se vaporizează se mărește numai de 3—4 ori, dar cantitatea absolută de benzină vaporizată rămîne însă destul de mică și reprezintă numai 4—10% din cantitatea totală aspirată din camera de nivel constant a carburatorului.

În cazul motoarelor cu aprindere prin compresie la temperaturi joase devine din ce în ce mai dificilă obținerea în cilindrii motorului, la sfîrșitul cursei de compresie, a unei temperaturi ridicate a aerului, necesară pentru autoaprinderea combustibilului. Aceasta se explică atît prin admisia în cilindrii motorului, a aerului rece, cît și prin reducerea turației arborelui cotit, la pornire, din cauza creșterii viscozității uleiului.

Temperatura de autoaprindere a motorinei la presiunea de lucru din cilindrii este de $205 \dots 275^{\circ}\text{C}$. Totuși, avînd în vedere, că timpul în decursul căruia trebuie să se producă autoaprinderea este foarte mic, pentru o pornire sigură a motorului cu aprindere prin compresie, temperatura la sfîrșitul compresiei nu trebuie să fie mai mică de $300 \dots 330^{\circ}\text{C}$ (fig. 5.4).

La temperatura aerului, din mediul înconjurător, de -20°C și viteza de rotație a arborelui cotit de 100 rot/min se asigură obținerea tem-

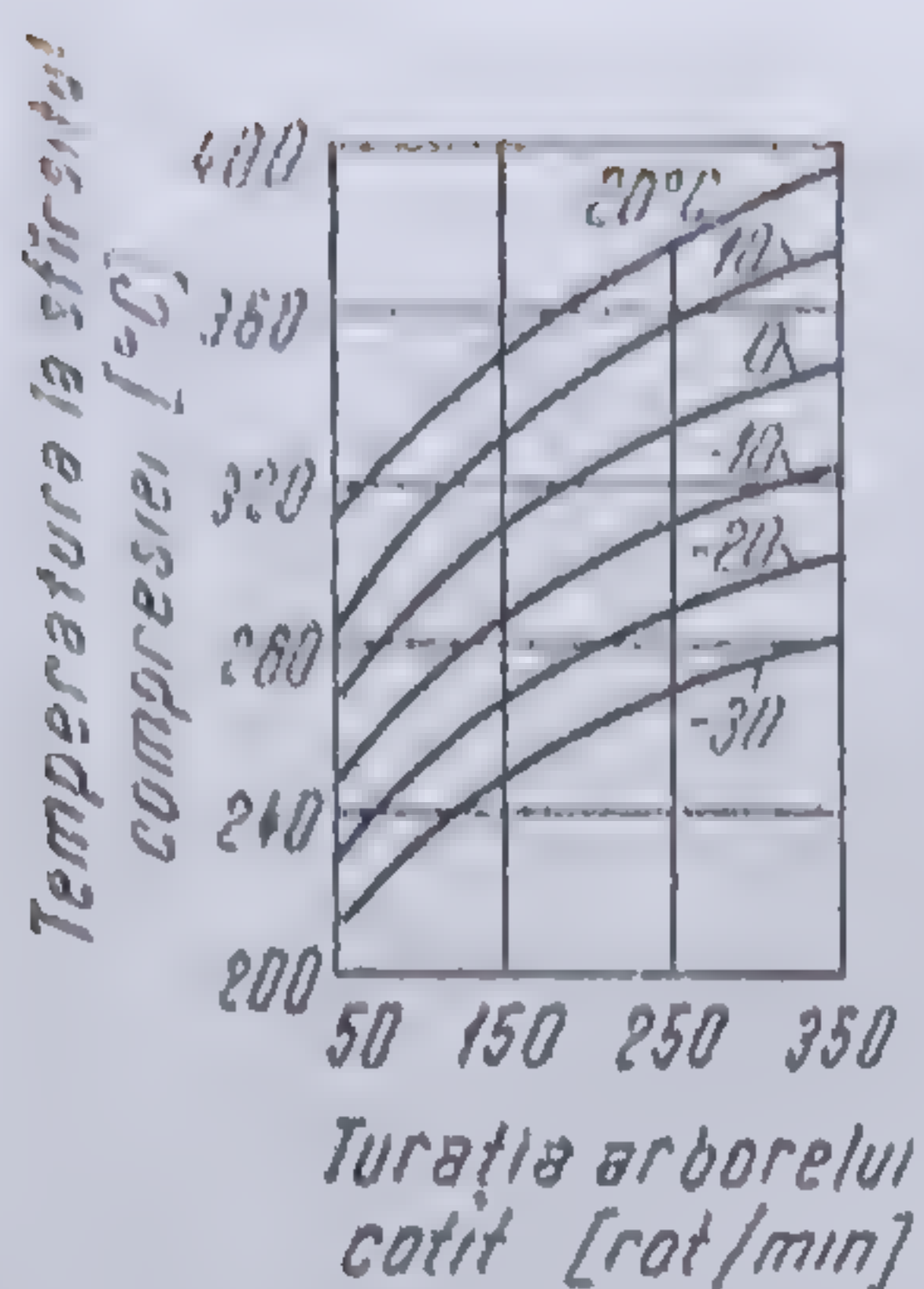


Fig. 5.4. Variația temperaturii aerului la sfârșitul cursei de compresie a pistonului într-un m.a.c. în funcție de turația motorului și temperatura aerului aspirat.

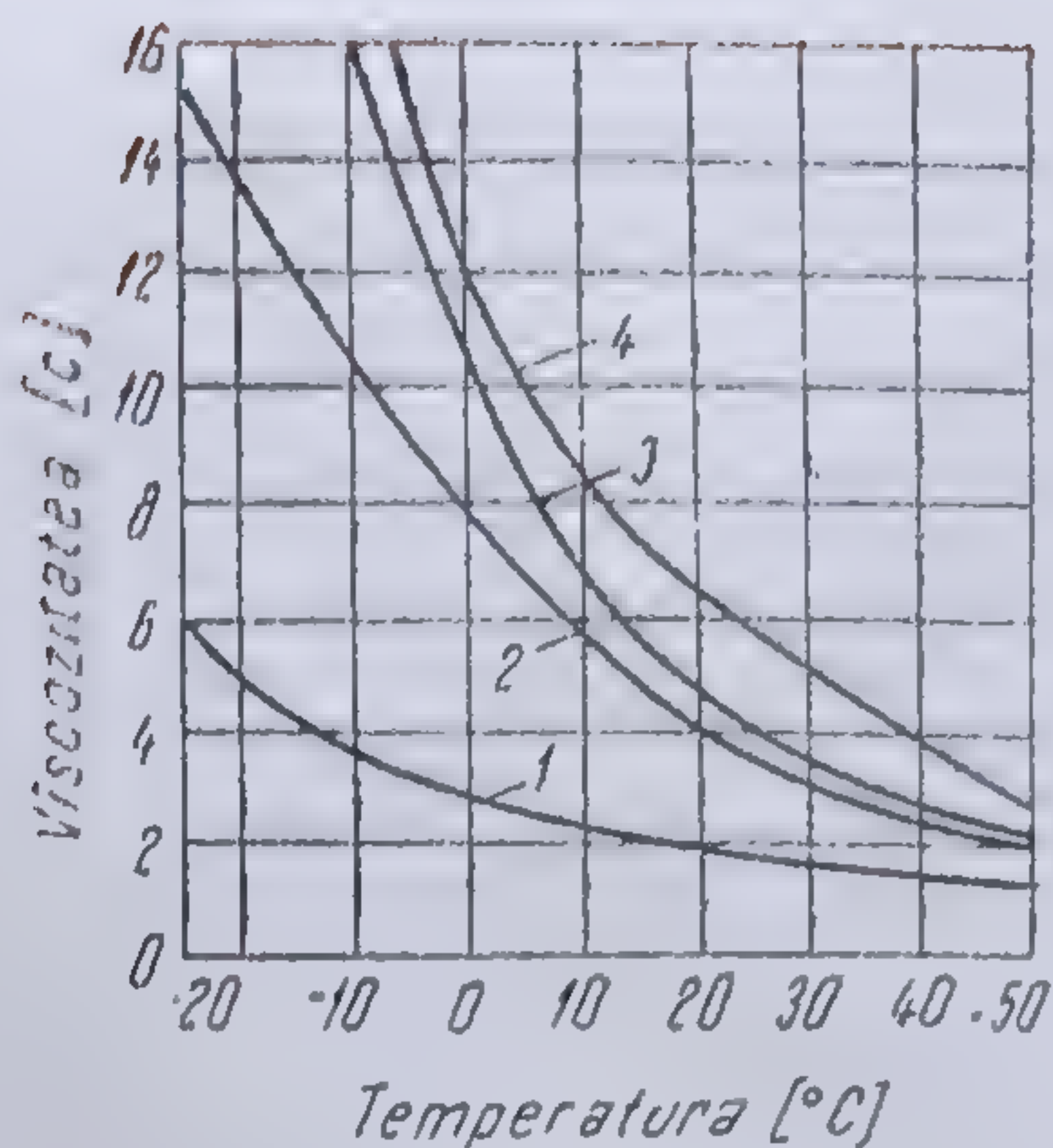


Fig. 5.5. Caracteristica de viscozitate — temperatură pentru combustibilii destinați motoarelor diesel :

1 — petrol ; 2 — combustibil din țiței naftenic ; 3 — combustibil din țiței greu ; 4 — motorină de vară.

peraturii, la sfârșitul compresiei, de circa 250°C , care este insuficientă pentru autoaprinderea combustibilului. Temperatura necesară aprinderii sigure a motorinei se obține numai la o turație de 300—350 rot/min.

Pornirea dificilă a motorului diesel la temperaturi joase se explică și prin ridicarea viscozității combustibilului (fig. 5.5), care produce înrăutățirea fluidității și pulverizării lui.

Trebuie însă menționat faptul că, asupra calității pulverizării are o influență negativă și micșorarea turației motorului (rece la pornire), deoarece prin aceasta se micșorează viteza injectării combustibilului.

În perioada pornirii la rece pot să se înrăutățească și parametrii funcționali ai pompei de injectie (se reduce depresiunea la admisie și presiunea la refulare, deoarece la viscozitatea mărită a motorinei este posibilă aspirația aerului în locurile de îmbinare a pompei cu conductele de combustibil).

La motoarele cu aprindere prin scînteie, la temperaturi joase, poate să apară înrăutățirea formării scînteii la electrozii bujiei. Instalația de aprindere la pornirea motorului rece trebuie să asigure o scînteie suficient de puternică, capabilă să producă aprinderea amestecului carburant în aceste condiții grele de funcționare. Pentru această tensiune în circuitul secundar, la temperaturi joase, trebuie să fie maximă. În realitate, această tensiune se reduce din mai multe cauze.

În primul rînd, la pornirea motorului rece, electromotorul absoarbe o cantitate mare de energie electrică, tensiunea la bornele bateriei și deci și în înfășurările bobinei de inducție se reduce brusc. La temperatura joasă a electrolitului căderea de tensiune poate atinge 50% din valoarea sa nominală.

În al doilea rînd, datorită turației relativ scăzută a arborelui cotit la pornire, contactele ruptorului se întrerup mai încet. În această situație, scînteia poate să străpungă spațiul disruptiv între contacte, deoarece condensatorul nu înlătură complet această descărcare electrică și o parte a energiei se pierde în arcu care se formează între contacte. Dacă aceste contacte s-au ars, atunci descărcarea electrică între electrozii bujiei, în general, nu poate să aibă loc.

În al treilea rând, cauza înrăutățirii formării scînteii pot să fie picăturile de combustibil, care se condensează pe electrozii reci ai bujiei. Experiențele au arătat că, pentru înlăturarea acestor picături este insuficientă o singură descărcare prin scînteie, fiind necesare o serie de descărcări succesive cu tensiuni maxime.

În toate cazurile, prin reducerea temperaturii mediului exterior, crește foarte mult uzura motorului, fapt ce a fost analizat în mod detaliat în subcapitolul 2.5.

În vederea creșterii siguranței, în aceste condiții de funcționare, practica exploatarei automobilelor a stabilit diferite mijloace și procedee pentru ușurarea pornirii și reducerii uzurii în timpul pornirii motoarelor reci.

Metodele și mijloacele adoptate, în scopul ușurării pornirii motoarelor de automobile la temperaturi joase ale mediului exterior, sînt exemplificate mai departe.

Metode de preîncălzire și încălzire a motoarelor înainte de pornire, respectiv pe perioada parcării pe platforme deschise. *Preîncălzirea motorului cu apă fierbinte înainte de pornire.* Metoda încălzirii cu apă fierbinte, care se introduce în instalația de răcire a motorului, este cea mai răspîndită. Acest procedeu este simplu, economic și eficient. Dezavantajul procedeuului este încălzirea insuficientă a uleiului în carterul motorului și a lagărelor arborelui cotit. Ca urmare a acestora, încălzirea cu apă fierbinte, fără încălzirea uleiului, asigură o pornire cu $12...15^{\circ}\text{C}$ mai jos decît temperatura mediului exterior la care pornește motorul cu aprindere prin scînteie sigur fără preîncălzire.

La temperaturi mult mai coborîte trebuie să se încălzească uleiul în carterul motorului (fig. 5.6), de exemplu, cu încălzitoare electrice cu elemente. Aceasta îmbunătățește fluiditatea uleiului și reduce uzura pieselor la pornire.

În ceea ce privește lagărele arborelui cotit, acestea se încălzesc neînsemnat în timpul încălzirii motorului cu apă și a uleiului în baie.

Mărimea necesară temperaturii de încălzire a uleiului în baia motorului nu este determinată de temperatura pieselor, ci de fluiditatea uleiului. Fluiditatea este asigurată la temperatura uleiului de $25...30^{\circ}\text{C}$. Ridicarea în continuare a temperaturii uleiului în carter nu va fi necesară nici din punctul de vedere al fluidității și nici al încălzirii părților inferioare a cilindrului și a lagărelor.

Încălzirea motorului diesel cu apă fierbinte, fără preîncălzirea uleiului, asigură o pornire sigură la temperatura aerului de $-12...13^{\circ}\text{C}$.

La motoarele actuale, pentru încălzirea lor, apa fierbinte se introduce prin radiator, unde se răcește destul de mult și numai după aceasta ajunge în blocul cilindrilor.

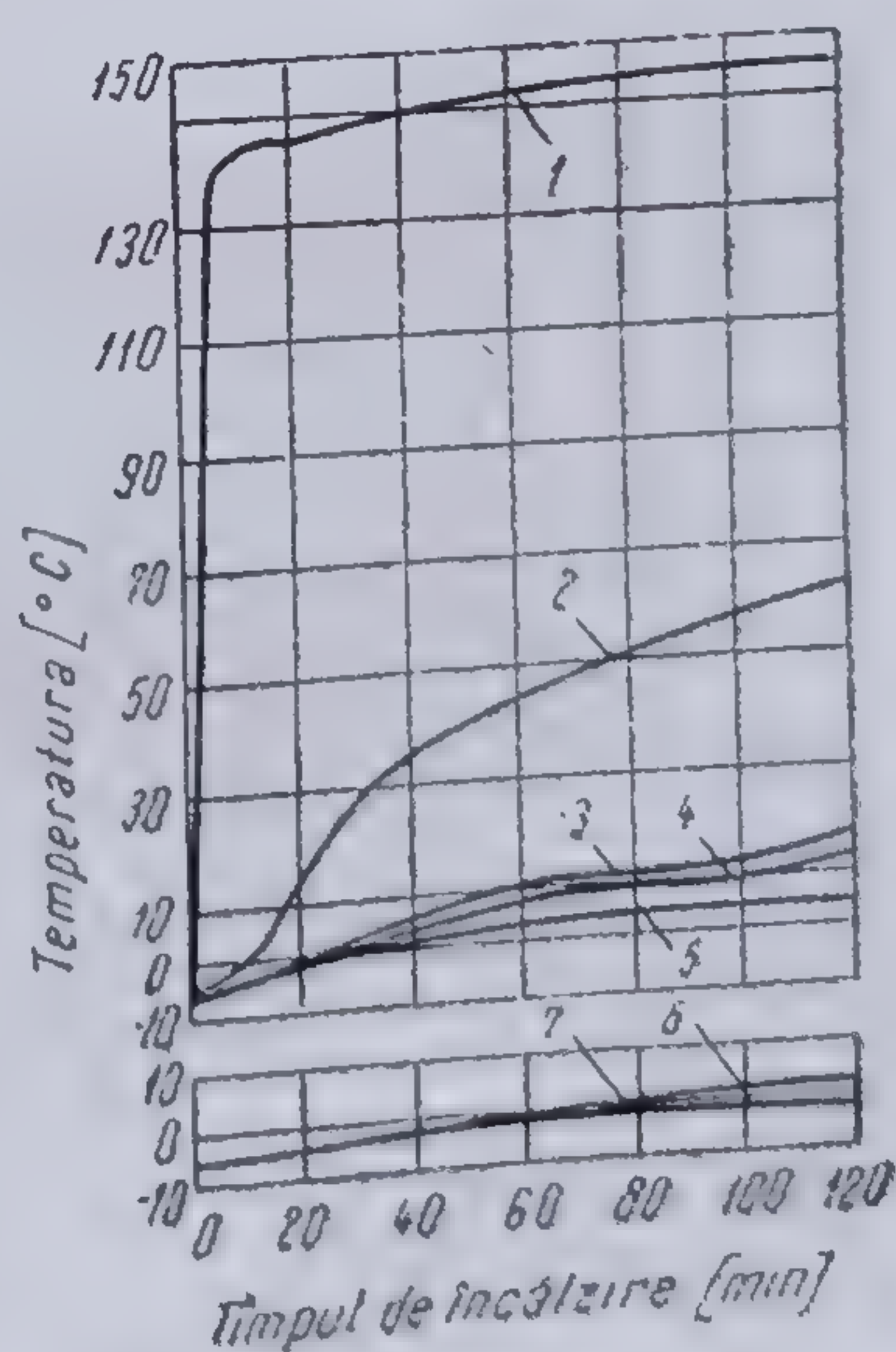


Fig. 5.6. Variația temperaturii pieselor la un motor cu șase cilindri prin încălzirea uleiului din carter:

1 — suprafața încălzitorului; 2 — uleiul din carter; 3 — aerul din carter; 4 — al 6-lea lagăr palier; 5 — partea inferioară la al 5-lea cilindru; 6 — al doilea lagăr palier; 7 — partea inferioară a primului cilindru.

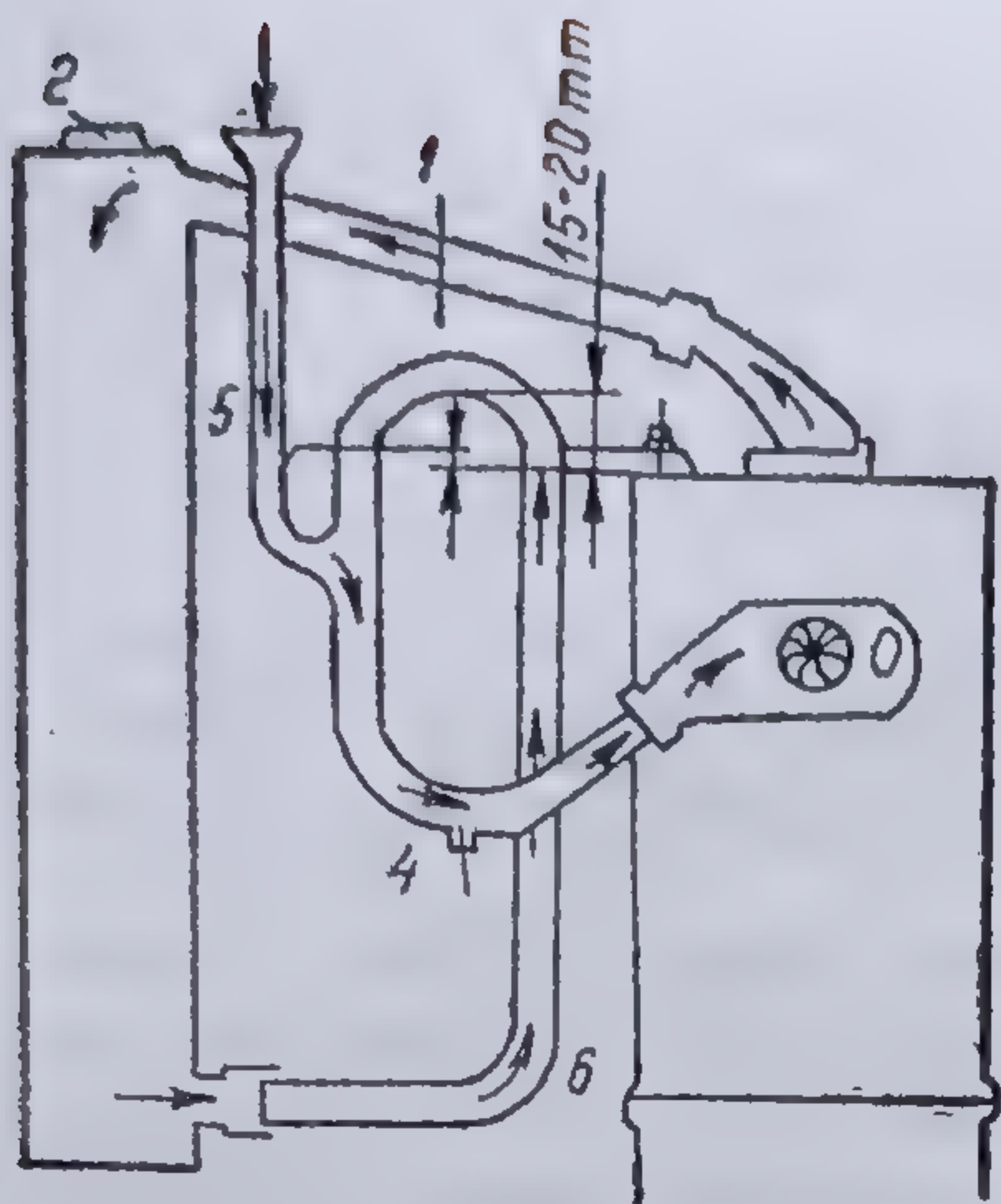


Fig. 5.7. Schema de amplasare a conductelor pentru încălzirea motorului cu apă fierbinte.

În afară de aceasta, pernele de aer, care se formează din cauza înghețării supapei termostatului, încetinește admisia apei în camerele de răcire ale blocului de cilindri și chiulasei. De aceea, pentru asigurarea încălzirii motorului, pînă la temperatura necesară, o parte din apa care s-a răcit se elimină și motorul se umple din nou cu apă fierbinte. Repetarea umplerii prelungește timpul de încălzire și mărește cantitatea de apă fierbinte necesară.

Practica a demonstrat că, pentru o pornire sigură a motorului la $-18 \dots 25^\circ\text{C}$, cantitatea de apă necesară este aproximativ de două ori mai mare decît capacitatea instalației de răcire, iar la temperaturi mult mai joase de 3—4 ori mai mare. Totuși dacă apa fierbinte se introduce direct în camerele de răcire ale blocului

de cilindri și chiulasei, ocolind radiatorul, printr-o construcție specială (fig. 5.7, conductele 4, 5 și 6 care formează o buclă) se permite turnarea apei direct prin pîlnia 2 și conducta 5, în bloc, cantitatea de apă necesară se micșorează, iar temperatura motorului se mărește. De exemplu, la încălzirea unui motor cu carburator cu șase cilindri de la temperatura de -31°C , pe calea turnării apei fierbinți direct în camerele de răcire, consumul de apă se reduce de la 50 pînă la 19 l. Prin aceasta, temperatura apei în chiulasă atinge 58°C , în loc de 42°C , în situația cînd apa se toarnă prin radiator.

Preîncălzirea motorului cu încălzitoare individuale. Aceste încălzitoare se montează de obicei pe motoare și nu se demontează în decursul întregii perioade de timp rece. Ele se utilizează în orice condiții, deci nu numai pe locul de parcare a automobilelor. Adoptarea acestor încălzitoare este deosebit de utilă și comodă, cînd în calitate de lichid de răcire este prevăzut antigetul. În instrucțiunile de exploatare ale motoarelor se recomandă încălzirea apei în chiulasă pînă la $60 \dots 70^\circ\text{C}$.

Pentru alegerea încălzitorului este necesar să se determine capacitatea lui termică. Stabilirea analitică a capacității termice Q a încălzitoarelor, este dificilă din cauza complexității calculelor. De aceea se propun diferite formule empirice. Una din ele, de exemplu, ține seama de masa totală a motorului:

$$Q \geq 1,7 \cdot 10^4 \left(1 + \frac{m_m}{100} \right) [\text{kJ/h}], \quad (5.1)$$

unde m_m este masa motorului, în kg.

O altă formulă ține seama de valoarea căderii de temperatură:

$$Q = \frac{K_t \Delta t 60}{\tau} [\text{kJ/h}], \quad (5.2)$$

în care:

τ este timpul de încălzire a motorului, în min;

Δt — creșterea de temperatură în piesele motorului la încălzire, K;

K_t — coeficient termic, care se determină experimental.

Coeficientul K , caracterizează cantitatea de căldură, care este necesară să se transmită de la încălzitor spre motor pentru încălzirea pieselor motorului cu 1 K . Pentru un motor cu șase cilindri, care are blocul de cilindri din fontă și chiulasa din aliaj de aluminiu, iar încălzirea se realizează prin încălzitoare cu lichid, se adoptă pentru K , valoarea de 140 kJ/grad .

Încălzitoarele individuale trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- să asigure la temperatura mediului înconjurător până la -60°C , în timp de 40—50 min, încălzirea lichidului în chiulasa motorului până la temperatura de $50 \dots 70^\circ\text{C}$ și a uleiului în carter, până la $30 \dots 40^\circ\text{C}$;
- să nu producă flacără deschisă spre exterior (pentru înlăturarea incendiilor) și spre capotă;
- să fie suficient de simple la întreținere și manipulare (ambele să poată fi realizate numai de șofer);
- să fie comandat de la distanță, din cabină;
- să funcționeze cu același combustibil ca și motorul (alimentarea încălzitorului să se poată face din rezervorul de combustibil a motorului), iar pentru automobilele echipate cu motoare diesel să poată funcționa și cu benzină (pentru situațiile cu temperatura aerului deosebit de joasă, când motorina nu poate să curgă spre încălzitor);
- să se asigure posibilitatea punerii în funcțiune a întregului sistem de încălzire de la bateria de acumulatori recce, care are un grad de încărcare 75%, într-un interval de timp ce nu depășește 5 min.

Preîncălzitorul de tipul PJB-12, care este montat pe automobilul GAZ—53 S la un motor cu cilindri în V și variația temperaturii la diferite elemente ale motorului și încălzitorului în timpul încălzirii, este reprezentat în figura 5.8.

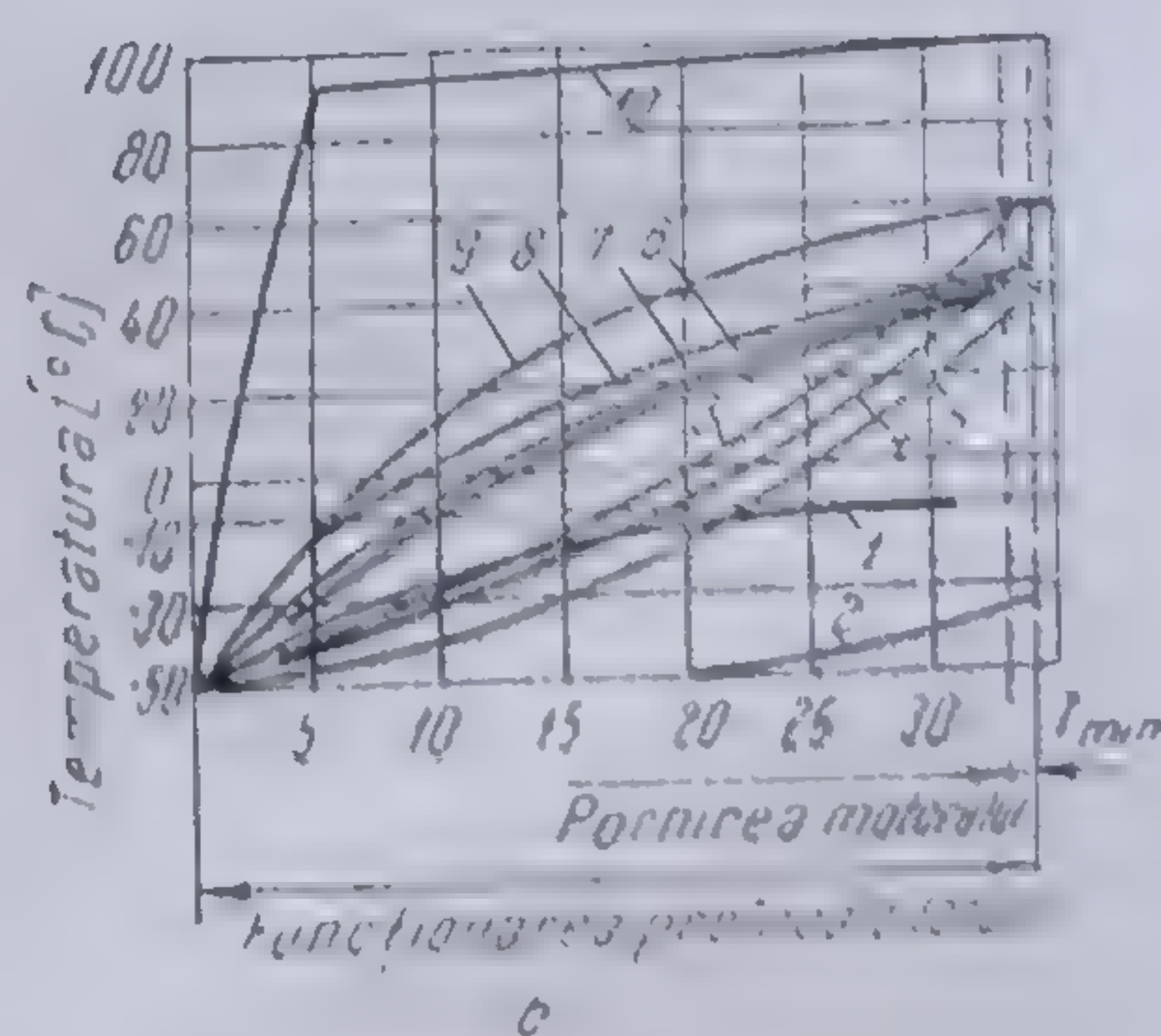
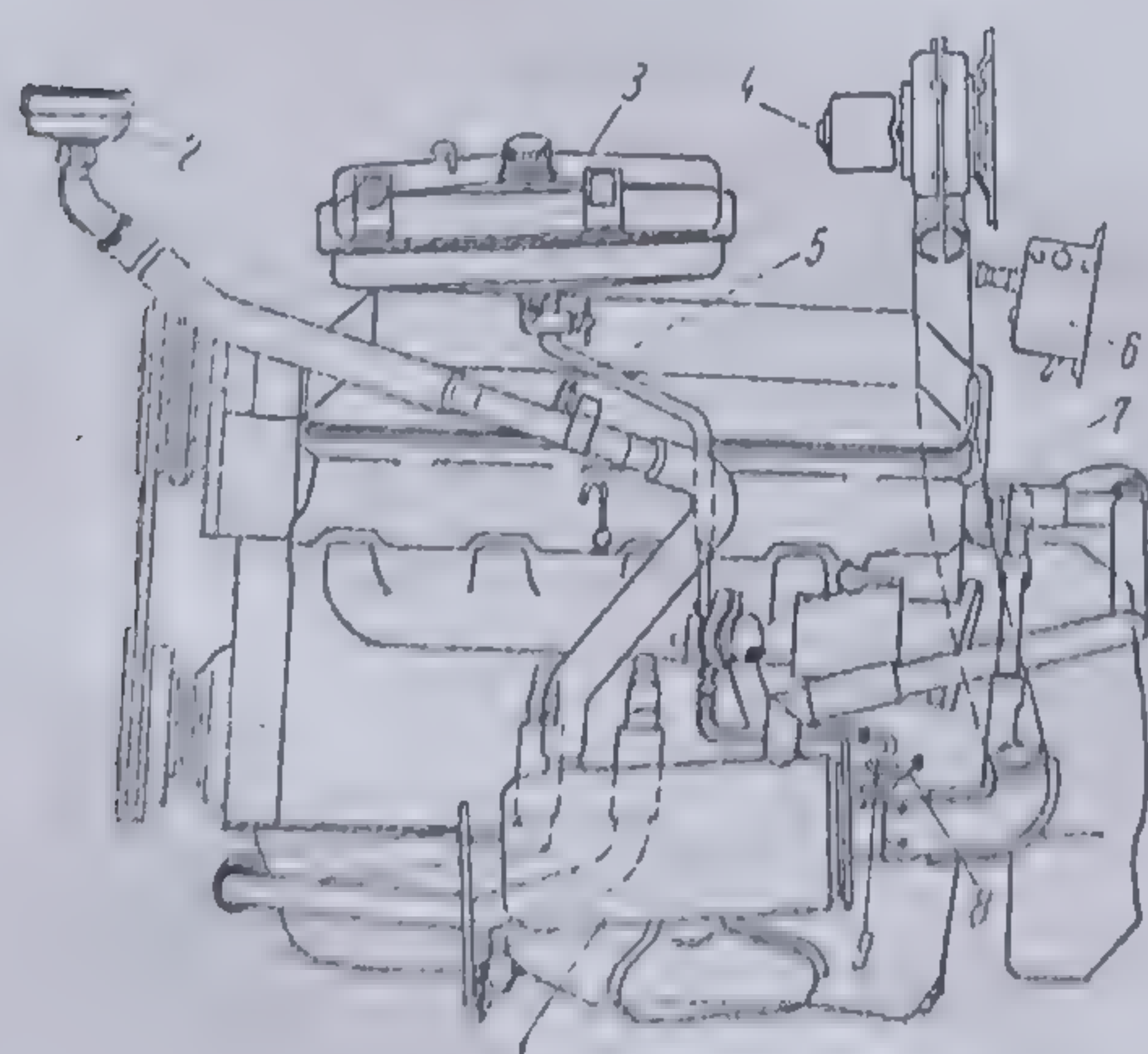


Fig. 5.8. Variația temperaturii la diferite părți ale motorului GAZ—53 S în timpul pre-
încălzirii cu instalația PJB—12:

a — preîncălzitorul; 1 — cazanul preîncălzitorului; 2 — plină pentru turnarea apei; 3 — rezervorul de combustibil; 4 — ventilatorul electric; 5 — robinetul de control; 6 — tabloul de comandă al preîncălzitorului; 7 — supapa electromagnetă pentru sistemul de admisie al combustibilului; 8 — buja de incandescență a arzătorului; 9 — chiulasa din dreapta; 10 — lichidul vărsat din partea dreaptă a blocului de cilindri în preîncălzitor; 11 — partea dreaptă a blocului; 12 — partea stângă a blocului; 13 — lichidul vărsat din partea dreaptă a cilindrului în preîncălzitor; 14 — ulei în carterul motorului; 15 — chiulasa din stânga; 16 — lichidul debitat din preîncălzitor în motor.

Încălzitorul electric. Încălzirea lichidului din instalația de răcire a motorului pe cale electrică, se utilizează mai rar, din cauza construcției complexe a instalației de încălzire și a costului deosebit de ridicat. Încălzitoarele electrice se adoptă de obicei numai pentru încălzirea uleiului din baia carterului motorului.

Elementul de încălzire este spirala electrică. Ea se așază într-un tub special, cu diametrul de 50 mm, acesta montându-se în baia de ulei. Tensiunea de alimentare este de 36 V, iar puterea elementului de 0,5 kW. La acest procedeu de încălzire a uleiului înainte de pornire a motorului, în instalația de răcire se toarnă o cantitate mică de apă fierbinte. Prin încălzirea uleiului pornirea motorului se ușurează foarte mult.

Încălzirea cu apă fierbinte în timpul parcurii. Pentru încălzirea cu apă, a instalației de răcire a motorului, se racordează acesta cu sistemul de conducte prin care circulă apa încălzită pînă la temperatura de 70...80°C. Suprapresiunea în sistemul de alimentare cu apă fierbinte este de aproximativ 0,4 daN/cm².

La conducta inferioară a instalației de răcire a motorului, care leagă radiatorul cu blocul de cilindri, se montează un ștuț cu robinet, pentru introducerea apei fierbinți. Evacuarea apei are loc prin dopul ermetic, cu ștuț, instalat în locul bușonului radiatorului. Din datele experimentale și de calcul reiese un consum de căldură mult mai mare la procedeul de menținere a temperaturii motorului în timpul staționării, față de procedeul cu preîncălzirea motorului înainte de pornire. De exemplu, la preîncălzirea unui motor cu carburator cu șase cilindri, înainte de pornire, sînt necesari aproximativ 8,5—12,5 kJ; la menținerea temperaturii aceluiași motor în timpul unei staționări de 8 h sînt necesari 42—58,5 kJ. Rezultă că: la o staționare de 8 h, consumul de căldură pentru încălzirea motorului este de 4—5 ori mai mare decît în timpul preîncălzirii. De aceea, încălzirea pe platforma de parcare se adoptă numai în cazul unor staționări, ale automobilelor, de durată redusă sau, dacă datorită condițiilor de muncă trebuie asigurată în permanență o temperatură normală de funcționare pentru motoare.

Economicitatea redusă, amintită la încălzirea permanentă a motoarelor în timpul parcurii, se explică și prin următoarele dezavantaje: presiunea ridicată a apei necesită o stare bună a radiatorului și o ermitate corectă pentru toate legăturile instalației de răcire, complexitatea și costul ridicat al instalației, necesitatea funcționării pompei în mod constant și semnalizarea automată a micșorării temperaturii apei (pentru a evita înghețarea apei în instalația de răcire).

Încălzirea cu abur. Acest tip de încălzire se utilizează rar, datorită complexității instalației și întreținerii ei dificilă. Printre altele, la evacuarea apei din instalația de răcire a motorului, care se obține datorită condensării vaporilor, se formează un bloc de gheață, care impune necesitatea supravegherii permanente a automobilelor în timpul încălzirii pe platforma de parcare.

Încălzirea cu aer cald. Instalația cu aer cald (fig. 5.9) poate să lucreze atît în regim de preîncălzire cît și în regimul de încălzire permanentă a motoarelor. La încălzirea apei din instalația de răcire a motoarelor, acestea nu se elimină din instalație în perioada parcurii automobilelor.

Aerul cald, la majoritatea tipurilor de autocamioane și autobuze, se introduce prin radiator în spațiul de sub capotă a compartimentului

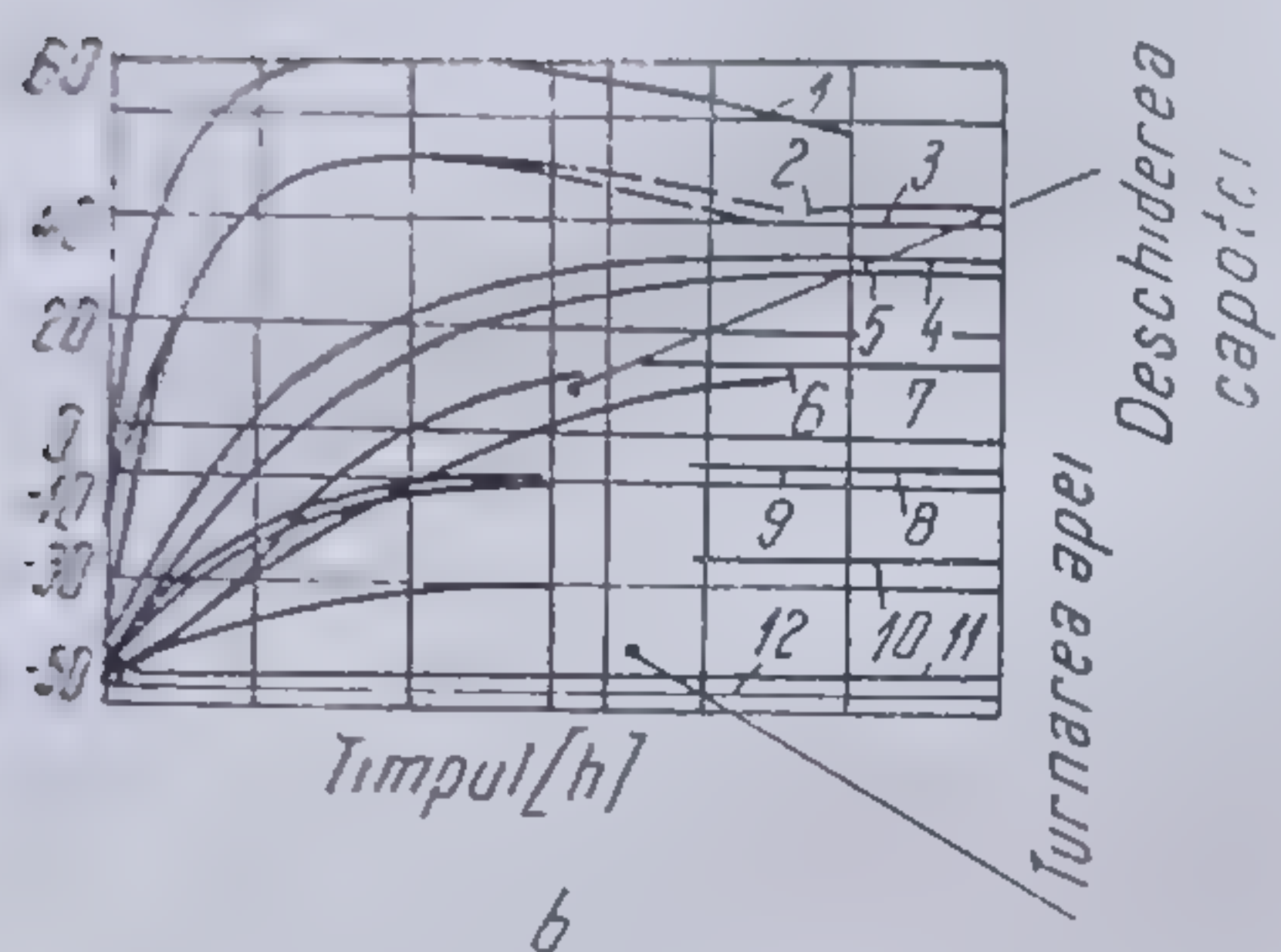


Fig. 5.9. Variația temperaturii motorului, cutiei de viteze și punții din spate la automobilul ZIL-130 în timpul încălzirii cu aer cald la temperatura mediului înconjurător de -50°C :

σ — schema instalației pentru încălzirea automobilelor cu aer cald în timpul parării; 1 — grupul de încălzire și de debitare a aerului; 11 — grupul de distribuție a aerului cald; 1 — ventilator; 2 — tub divergent; 3 — caloriferul încălzitorului de aer; 4 — difuzor; 5 — conductă de aer; 6 — racord de legătură cu prelată; b — diagrama; 1 — aerul cald din conductă; 2 — aerul cald sub capotă motor; 3 — lichidul de răcire din bazinul inferior; 4 — lagărul palier din față; 5 — chiulasă (dreapta); 6 — uleiul din carterul motorului; 7 — ultimul lagăr palier; 8 — uleiul din puntea spate; 9 — uleiul din cutia de viteze; 10 — electrolitul din bateria de acumulare; 11 — pneuri; 12 — aerul înconjurător

motor. La admisia aerului prin radiator acesta se încălzește și ținând cont de circulația termosifonică a apei încălzite prin instalația de răcire, se asigură transferul de căldură spre piesele motorului. În spațiul de sub capotă, aerul cald creează o zonă cu microclimat, care împiedică răcirea motorului. Datorită acestor condiții se îmbunătățește funcționarea diferitelor sisteme ale motorului la pornire.

Mijloace de ușurare a pornirii motoarelor prin utilizarea uleiurilor speciale și prin îmbunătățirea formării amestecului. Cercetările și practica exploatarea automobilelor a confirmat faptul că, pentru o pornire sigură a motoarelor reci trebuie îndeplinite două condiții: în primul rând rotirea ușoară a arborelui cotit, pentru realizarea turației necesară la pornire, în al doilea rând îmbunătățirea formării amestecului, prin care se asigură aprinderea acestuia la temperaturi joase (în care trebuie prevăzut atât amestecul, care se introduce în cilindrii motorului, cât și piesele înconjurătoare care alcătuiesc camera de ardere).

Adoptarea uleiurilor speciale. În vederea acoperirii unui domeniu larg de utilizare, în special în privința temperaturii de pornire și funcționare, se folosesc uleiuri multigrad. Un ulei multigrad permite exploatarea mai multor tipuri de motoare, în orice anotimp. Prin urmare uleiul multigrad asigură ungerea în condiții extreme de funcționare ca: pornirea motorului la temperaturile joase din timpul iernii și la temperaturile ridicate din timpul verii, în condiții severe de solicitare.

Uleiurile multigrad prezintă o serie de avantaje față de uleiurile obișnuite, dintre care se menționează: pornirea ușoară a motorului la rece, reducerea frecării (și deci a uzurii) cu un spor corespunzător de putere, micșorarea formării depunerilor în motor (ceea ce permite folosirea unei benzine cu cifră octanică mai mică — depunerile constituind puncte fierbinți care favorizează detonația etc.).

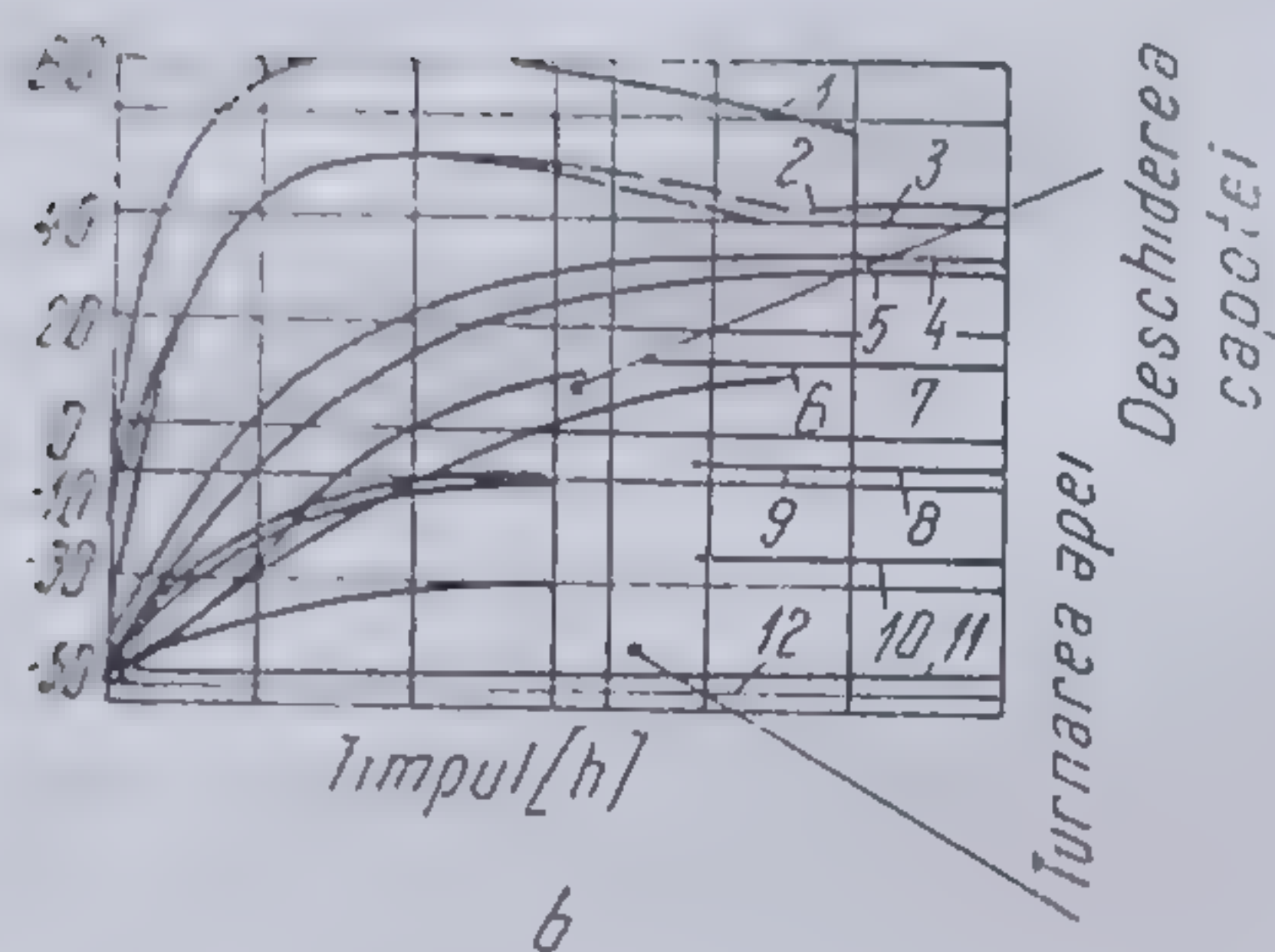


Fig. 5.9. Variația temperaturii motorului, cutiei de viteze și punții din spate la automobilul ZIL-130 în timpul încălzirii cu aer cald la temperatura mediului înconjurător de -50°C :

a — schema instalației pentru încălzirea automobilelor cu aer cald în timpul parării; 1 — grupul de încălzire și de debitare a aerului; II — grupul de distribuție a aerului cald; 1 — ventilator; 2 — tub divergent; 3 — caloriferul încălzitorului de aer; 4 — difuzor; 5 — conductă de aer; 6 — racord de legătură cu prelată; b — diagrama; 1 — aerul cald din conductă; 2 — aerul cald sub capotă motor; 3 — lichidul de răcire din bazinul inferior; 4 — lagărul palier din față; 5 — chiulasă (dreapta); 6 — uleiul din carterul motorului; 7 — ultimul lagăr palier; 8 — uleiul din puntea spate; 9 — uleiul din cutia de viteze; 10 — electrolitul din bateria de acumulare; 11 — pneuri; 12 — aerul înconjurător

motor. La admisia aerului prin radiator acesta se încălzește și ținând cont de circulația termosifonică a apei încălzite prin instalația de răcire, se asigură transferul de căldură spre piesele motorului. În spațiul de sub capotă, aerul cald creează o zonă cu microclimat, care împiedică răcirea motorului. Datorită acestor condiții se îmbunătățește funcționarea diferitelor sisteme ale motorului la pornire.

Mijloace de ușurare a pornirii motoarelor prin utilizarea uleiurilor speciale și prin îmbunătățirea formării amestecului. Cercetările și practica exploatării automobilelor a confirmat faptul că, pentru o pornire sigură a motoarelor reci trebuie îndeplinite două condiții: în primul rând rotirea ușoară a arborelui cotit, pentru realizarea turației necesară la pornire, în al doilea rând îmbunătățirea formării amestecului, prin care se asigură aprinderea acestuia la temperaturi joase (în care trebuie prevăzut atât amestecul, care se introduce în cilindrii motorului, cât și piesele înconjurătoare care alcătuiesc camera de ardere).

Adoptarea uleiurilor speciale. În vederea acoperirii unui domeniu larg de utilizare, în special în privința temperaturii de pornire și funcționare, se folosesc uleiuri multigrad. Un ulei multigrad permite exploatarea mai multor tipuri de motoare, în orice anotimp. Prin urmare uleiul multigrad asigură ungerea în condiții extreme de funcționare ca: pornirea motorului la temperaturile joase din timpul iernii și la temperaturile ridicate din timpul verii, în condiții severe de solicitare.

Uleiurile multigrad prezintă o serie de avantaje față de uleiurile obișnuite, dintre care se menționează: pornirea ușoară a motorului la rece, reducerea frecării (și deci a uzurii) cu un spor corespunzător de putere, micșorarea formării depunerilor în motor (ceea ce permite folosirea unei benzine cu cifră octanică mai mică — depunerile constituind puncte fierbinți care favorizează detonația etc.).

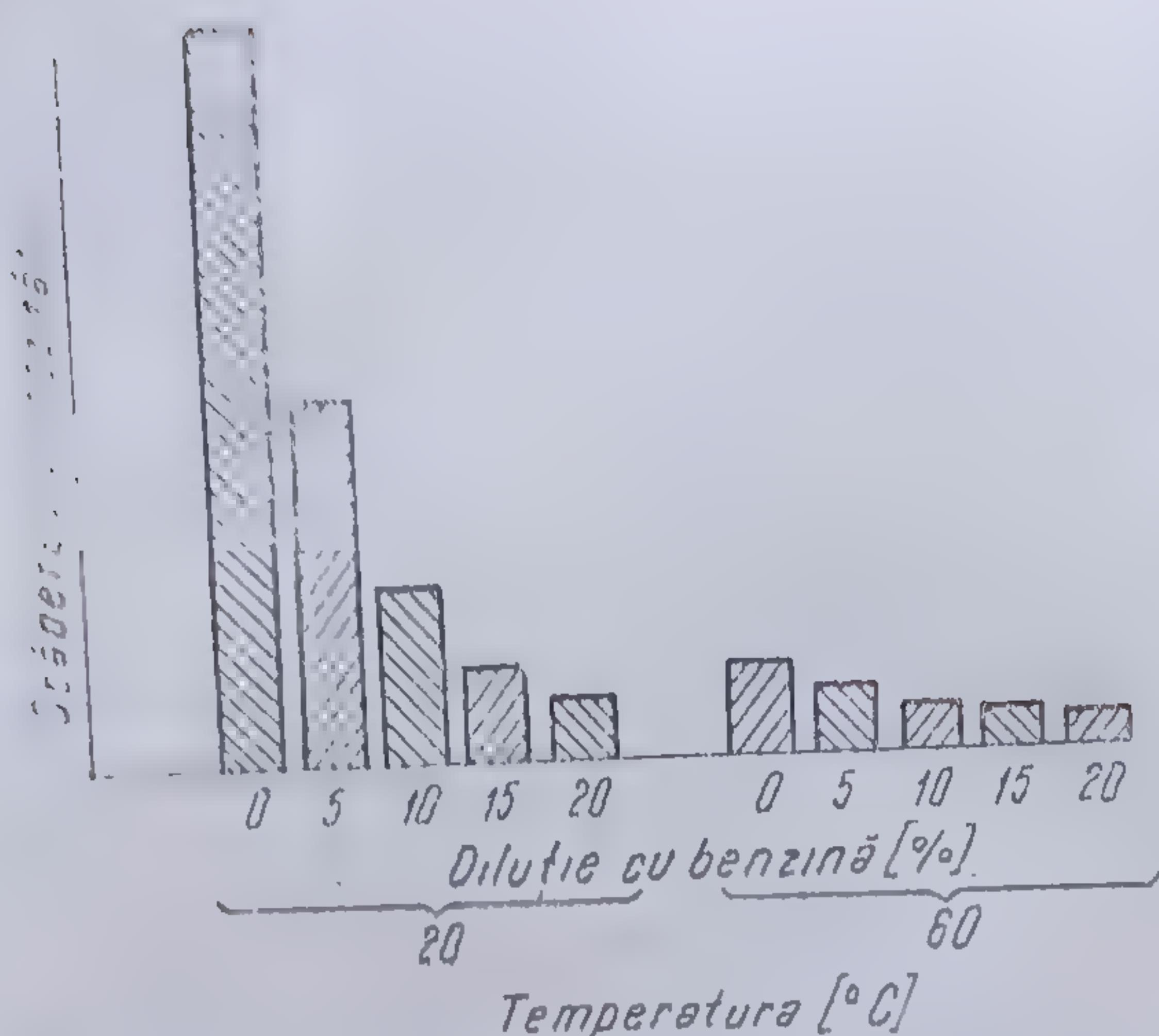


Fig. 5.10. Influența diluției cu benzină asupra viscozității uleiului.

Tabelul 5.1

Temperatura de pornire a motorului, asigurată de uleiuri, în funcție de gradul lor de diluție cu benzină

Uleiul	Temperatura de pornire [°C]		
	Nediluat	Diluat cu benzină	
		5%	10%
SAE 20W	-14	-20	-24
SAE 10W	-19	-23	-30
SAE 5W	-30	-31	-32

filmului de ulei de pe pereții cilindrilor și, ca urmare, se mărește uzura cilindrilor și segmentilor de piston. La acest proces inevitabil, are loc diluarea uleiului cu combustibil care se scurge de pe pereții cilindrilor, al cărui rezultat final va fi înrăutățirea proprietăților de ungere ale uleiului.

O posibilitate de îmbunătățire a formării amestecului este utilizarea benzinei cu fracțiuni ușoare. Volatilitatea benzinei și pornirea ușoară a motorului rece depind de calitatea combustibilului. Determinant în acest caz este compoziția lui fracționară și temperatura la care se vaporizează 10% din combustibil. Cu cât este mai joasă această temperatură, cu atât mai ușor se pornește motorul rece (fig. 5.11). Această benzină se pulverizează în colectorul de admisie printr-un injector cu ajutorul unei pompe manuale. Procedul n-a obținut o răspândire largă din cauza eficienței sale reduse la temperaturi mai joase de $-20 \dots -25^{\circ}\text{C}$.

Îmbunătățirea formării amestecului, prin adoptarea unor gaze necondensabile, este un mijloc radical în privința ușurării pornirii motoarelor reci. Avantajul principal al acestui combustibil gazos constă în aceea că, la temperaturi foarte reduse (până la -70°C) el nu se conden-

O altă metodă pentru ușurarea rotirii arborelui cotit la temperaturi scăzute este diluarea uleiului. Prin diluare cu benzină, viscozitatea uleiului (la temperaturi joase în special) se reduce mult (fig. 5.10) și prin aceasta scade rezistența ce se opune rotirii arborelui cotit la pornire.

Diluția cu 5—10%, dă posibilitatea uleiurilor să asigure pornirea motoarelor la temperaturi mai coborâte decât punctul lor de congelare (tab. 5.1). După circa o jumătate de oră de funcționare de la pornire, benzina adăugată în ulei, practic se evaporă.

Mijloace pentru îmbunătățirea formării amestecului în motoarele cu carburator. La o turație redusă a arborelui cotit pornirea sigură a motorului cu carburatorul rece se asigură până la temperatura de $-10 \dots -15^{\circ}\text{C}$ fără nici-o altă măsură specială. Totuși, chiar și la această temperatură este necesară adoptarea de mijloace care să îmbunătățească formarea amestecului. Se știe că la temperaturi joase crește timpul de pornire, se produce spălarea

sează în colectorul de admisie și în cilindrii motorului, fapt care asigură formarea amestecului necesar.

Aparatul care permite admiterea combustibilului sub formă de gaz necondensat la toți cilindrii motorului, imediat după ce a început rotirea arborelui cotit al motorului se numește *gazificator*.

După datele existente, la temperatura de -54°C pornirea sigură a motorului echipat cu un gazificator, se realizează după 30 s.

În ultima perioadă, pentru a înlesni pornirea motoarelor reci, la temperaturi joase, se adoptă lichide de pornire cu aprindere ușoară, introduse în motor cu ajutorul unor dispozitive speciale.

În Uniunea Sovietică pentru motoarele cu carburator se folosește lichidul de pornire *Arctica*, care asigură pornirea motoarelor reci la temperaturi pînă la -40°C . Componentul de bază în acest lichid este eterul etilic (50—60% după greutate), benzina volatilizată (35—50%) și aditivul de antiuzură (pînă la 2%).

Eterul etilic depășește mult limita de aprindere a amestecului aer-combustibil în funcție de coeficientul de exces de aer. Adăugarea eterului la hidrocarburi, permite ca scînteia să aprindă amestecuri extrem de sărace, care în lipsa eterului nu se aprindeau. Benzina volatilizată, care se vaporizează, la temperaturi cuprinse între 30 și 130°C , permite să se obțină o evaporare uniformă a lichidului și o creștere lentă a presiunii în camera de ardere, asigurînd motorului un mers liniștit.

Mijloace pentru îmbunătățirea formării amestecului în motoarele cu aprindere prin compresie. La aceste motoare, amestecul necesar și condițiile de autoaprindere se stabilesc în funcție de temperatura la sfîrșitul cursei de compresie. Asupra acestei temperaturi o influență mare o are turația arborelui cotit. La o desfășurare lentă a procesului de comprimare se va pierde multă căldură prin pereții cilindrilor și chiulasei, în afară de aceasta se produce și scăparea aerului prin segmentii de piston, care reduce gradul de comprimare, iar legat de aceste fenomene se micșorează și temperatura la sfîrșitul compresiei.

În scopul ridicării turației de pornire la motoarele cu aprindere prin compresie se adoptă instalația de decompresare. Prin decompresarea cilindrilor la cursa respectivă a pistonului nu se mai produce comprimarea aerului. Prin scăderea rezistenței la deplasarea pistonului la această cursă se favorizează creșterea turației arborelui cotit. După ce se atinge, la pornirea motorului, turația minimă necesară se decuplează de compresorul. Aceasta creează condițiile pentru obținerea unei temperaturi mai ridicate la sfîrșitul cursei de compresie. Totuși, la temperaturi joase, numai creșterea turației de pornire nu este suficientă, deoarece în cilindrii motorului intră aer rece. Pentru încălzirea aerului se utilizează diferite aparate sau instalații.

La motoarele D 797-05 (SAVIEM) și D 2156 IIMN8 (MAN), pentru a ușura pornirea în sezonul rece, se adoptă termoinjectorul montat în

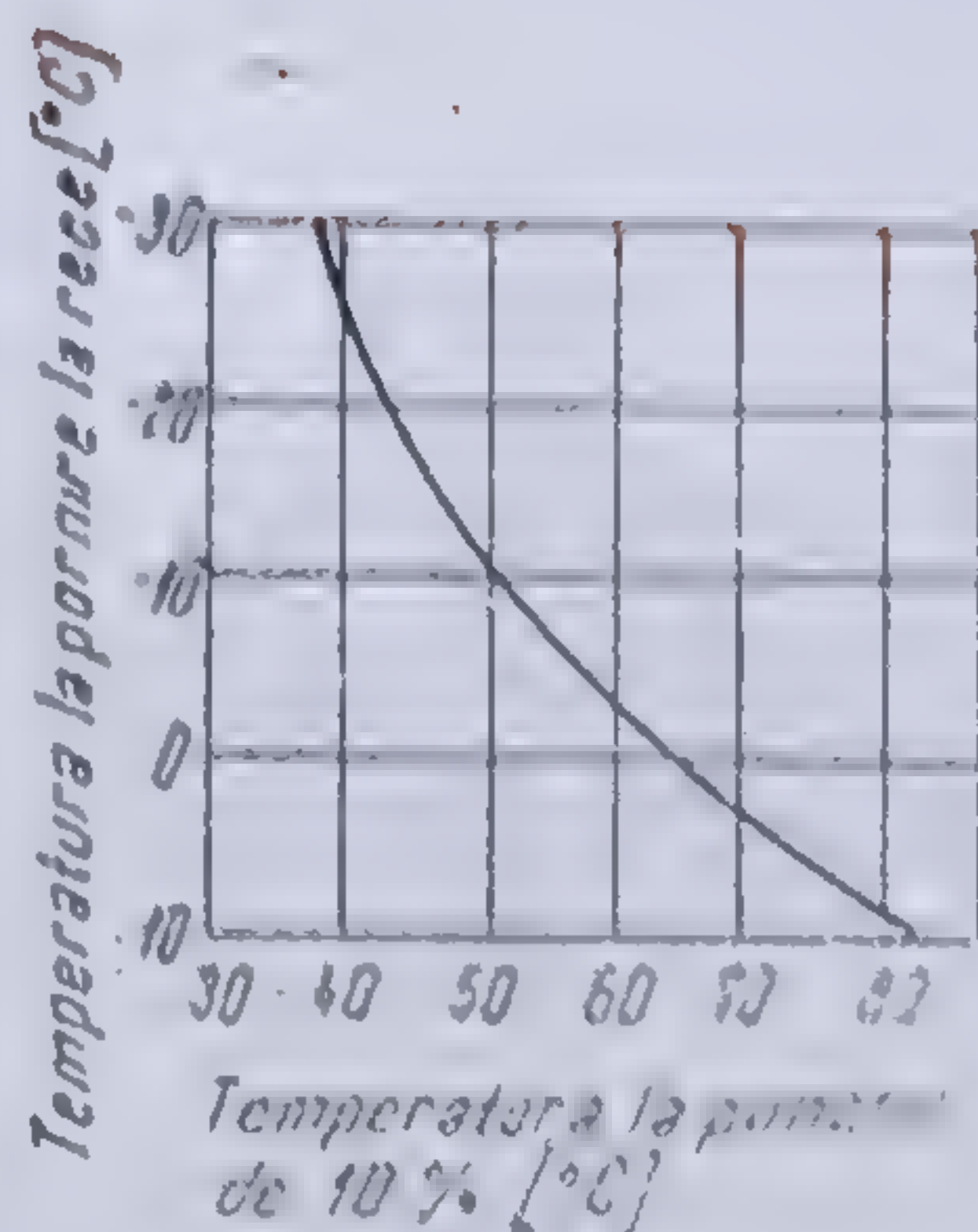


Fig. 5.11. Dependenta între temperatura de pornire a unui motor cu carburator rece și temperatura punctului de 10 procente al benzinei.

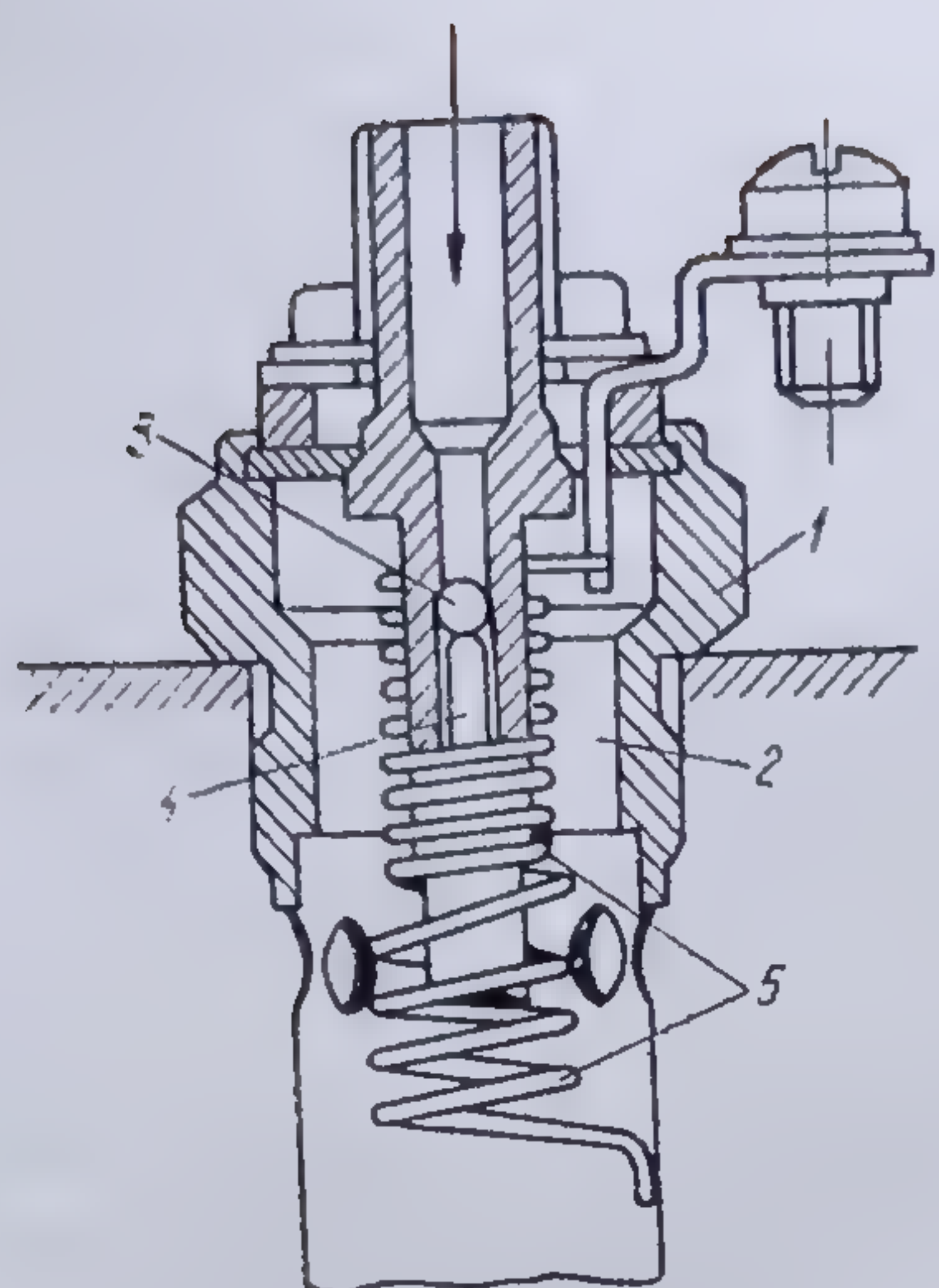


Fig. 5.12. Termoinjectorul :

1 — cămașa exterioră de protecție și fixare în colector; 2 — corpul termoinjectorului; 3 — bilă ventil; 4 — știft de presiune; 5 — rezistență de încălzire și incandescență.

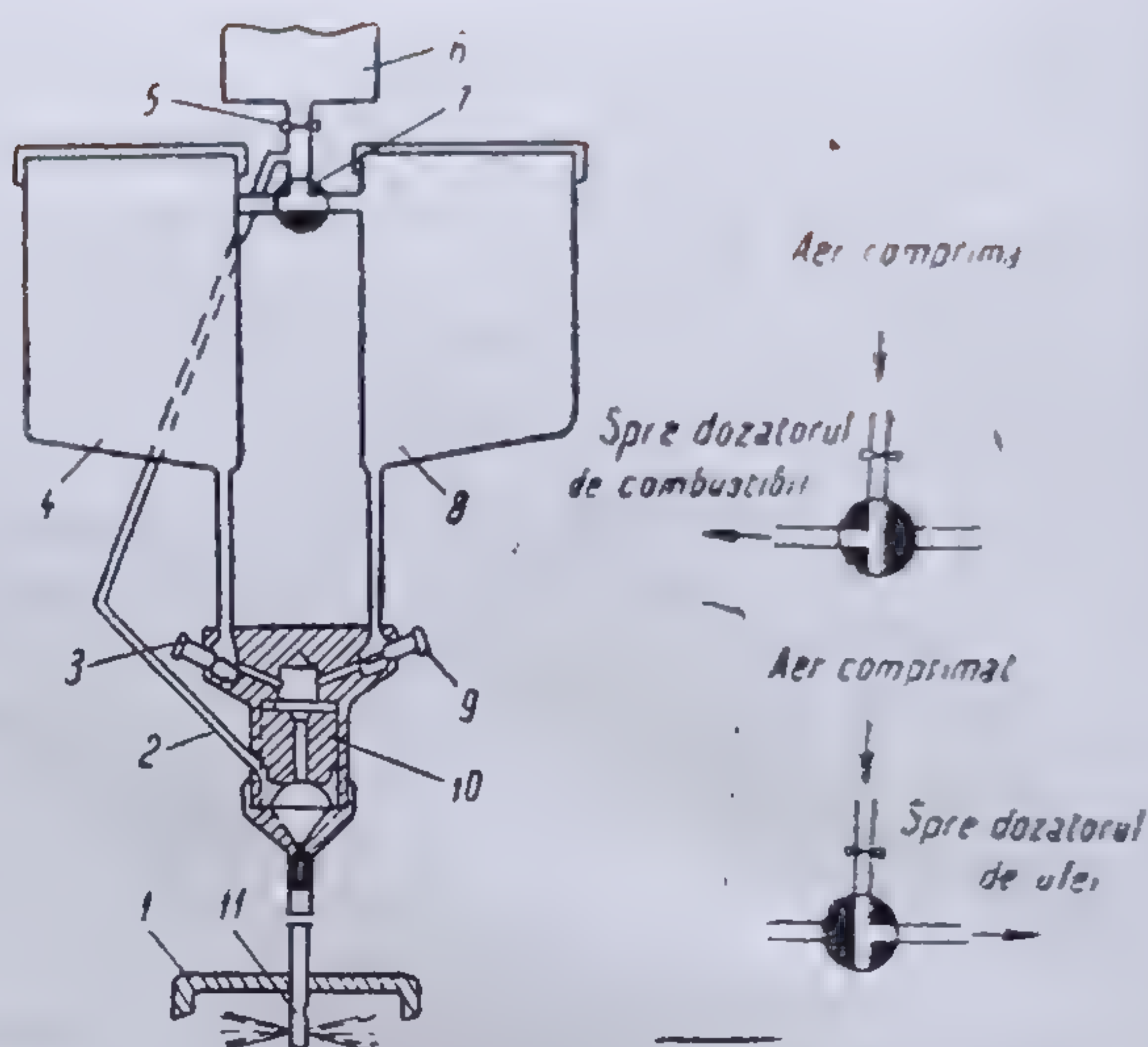


Fig. 5.13. Schema carburatorului universal de pornire NIAT-2.

colectorul de admisie al motorului (fig. 5.12). Acesta este alimentat în permanență cu motorină de la conducta de refuare (în sensul săgeții), pînă la ventilul bilă 3. La rotirea cheii de contact pe poziția de încălzire, circuitul se închide și rezistența 5, se încălzește pînă la incandescență. Partea de jos a știftului, în jurul căruia este înfășurată rezistența, se încălzește și se dilată, alungindu-se spre colectorul de admisie (înspre partea de jos a figurii). Astfel bila coboară, permițînd pătrunderea motorinei prin corpul injectorului. La contactul cu filamentul incandescent, motorina se aprinde cu flacără, încălzind aerul care este admis prin colector.

Mijloacele de pornire, prezentate mai înainte, totuși nu asigură întotdeauna pornirea sigură a motoarelor reci. O măsură radicală de realizare a unei porniri sigure la un motor diesel pînă la -30°C este adoptarea lichidelor de pornire. Pentru introducerea lichidului în motor, s-au construit carburatoare universale de pornire (fig. 5.13).

Înainte de pornirea motoarelor reci, în camera de combustibil 4 se toarnă lichidul ușor inflamabil (de exemplu eter) sau se introduc fiole cu acest lichid. În camera cu ulei 8, se introduce lubrifiant cu viscozitate mică, sau o altă substanță de antiuzură. Prin înșurubare, pînă la reazem, a dozatoarelor sub formă de ac 9 (de ulei) și 3 (de lichid de pornire) și prin închiderea robinetului de aer 5, aceste substanțe nu pot trece din aceste camere în amestecător și în motor. Ambele camere, cu ajutorul distribuitorului de aer 7, se unesc cu sursa de aer comprimat 6.

Înainte de pornire se deschide dozatorul 3, la o mărime care depinde de cilindrul și de temperatura motorului. Prin deschiderea dozatorului 3, se deschide canalul pentru trecerea lichidului din camera de combustibil în camera de amestec 10, și mai departe prin pulverizatorul 11, în motor. După aceasta se deschide robinetul 5. Sub presiunea aerului, lichidul ușor inflamabil se pulverizează în camera de amestec, for-

mînd acolo o emulsie combustibil-aer și sub formă de particule mici prin injector se introduce în cilindrul 1, al motorului.

Dozatorul de pornire rămîne în această poziție pînă cînd motorul nu începe să funcționeze încă stabil (de obicei 10—15 s). După aceasta se închide robinetul 5, iar apoi și dozatorul de pornire 3. După terminarea perioadei de pornire, cînd motorul a început să funcționeze (fără lichidul ușor inflamabil), în decursul a cîtorva minute se introduce în cilindrii motorului substanța de antiuzură. Pentru aceasta se deschide supapa-ac a dozatorului de ungere 9, la o mărime în funcție de cilindrul și numărul de cilindri ai motorului. Apoi se pune distribuitorul de aer comprimat 6, după care se deschide robinetul 5.

Aerul comprimat va antrena substanța de antiuzură din camera 8, în camera de amestec 10. Simultan aerul comprimat va trece prin canalul de aer 2, direct în camera de amestec, pulverizînd substanța de antiuzură. Ca urmare, emulsia ulei-aer se pulverizează prin injectoarele 11, în cilindrii motorului. După încălzirea motorului se înșurubează pînă la reazem dozatorul de ungere 9, și se închide robinetul de aer 5.

Carburatorul universal de pornire se montează în apropierea colectorului de admisie. Numărul injectoarelor este determinat de construcția motorului. Injectoarele se montează direct în cilindri sau în locuri care sînt cele mai apropiate de aceștia.

5.2. PARTICULARITĂȚILE EXPLOATĂRII AUTOMOBILELOR ÎN REGIUNILE DE MUNTE

Caracteristica principală a exploatării automobilelor în regiunile de munte este deplasarea acestora pe drumuri cu declivități mari, cu curbe multe cu raze mici, precum și influența negativă a altitudinii, în special asupra funcționării motorului.

Astfel, lungimea declivităților poate atinge valori pînă la 15—20 km, iar rampele și pantele mărimi în medie de 7%, în unele cazuri chiar 12—14%. Intensitatea curbelor cu raze mici de 20—25 m ating uneori numărul de 10—15 pe 1 km de drum. În anumite situații, raza curbelor ajunge la 10 m, iar unghiul de întoarcere crește pînă la 300°.

La deplasarea automobilelor în curbe cu raze mici, pentru siguranța circulației, conducătorul auto reduce viteza pînă la 5—10 km/h, ca urmare se micșorează în mod sensibil viteza medie tehnică.

Drumurile, care trec prin lanțuri muntoase, traversează și diferite zone climaterice. Pentru aceste drumuri, caracteristic este schimbarea climei de la vară la poalele munților, pînă la iarnă la altitudini mari în zonele ghețurilor veșnice.

Pe măsura creșterii altitudinii deasupra nivelului mării se schimbă și parametrii atmosferici de bază: temperatura, densitatea și presiunea barometrică (fig. 5.14).

În consecință, specific pentru condițiile de munte sînt o serie de particularități în funcționarea automobilelor.

Viteza de deplasare este limitată de existența porțiunilor de drum cu curbe și rampe. Pentru siguranța circulației valoarea maximă a vitezei de mișcare este situată la autocamioane între 40—50 km/h, la auto-

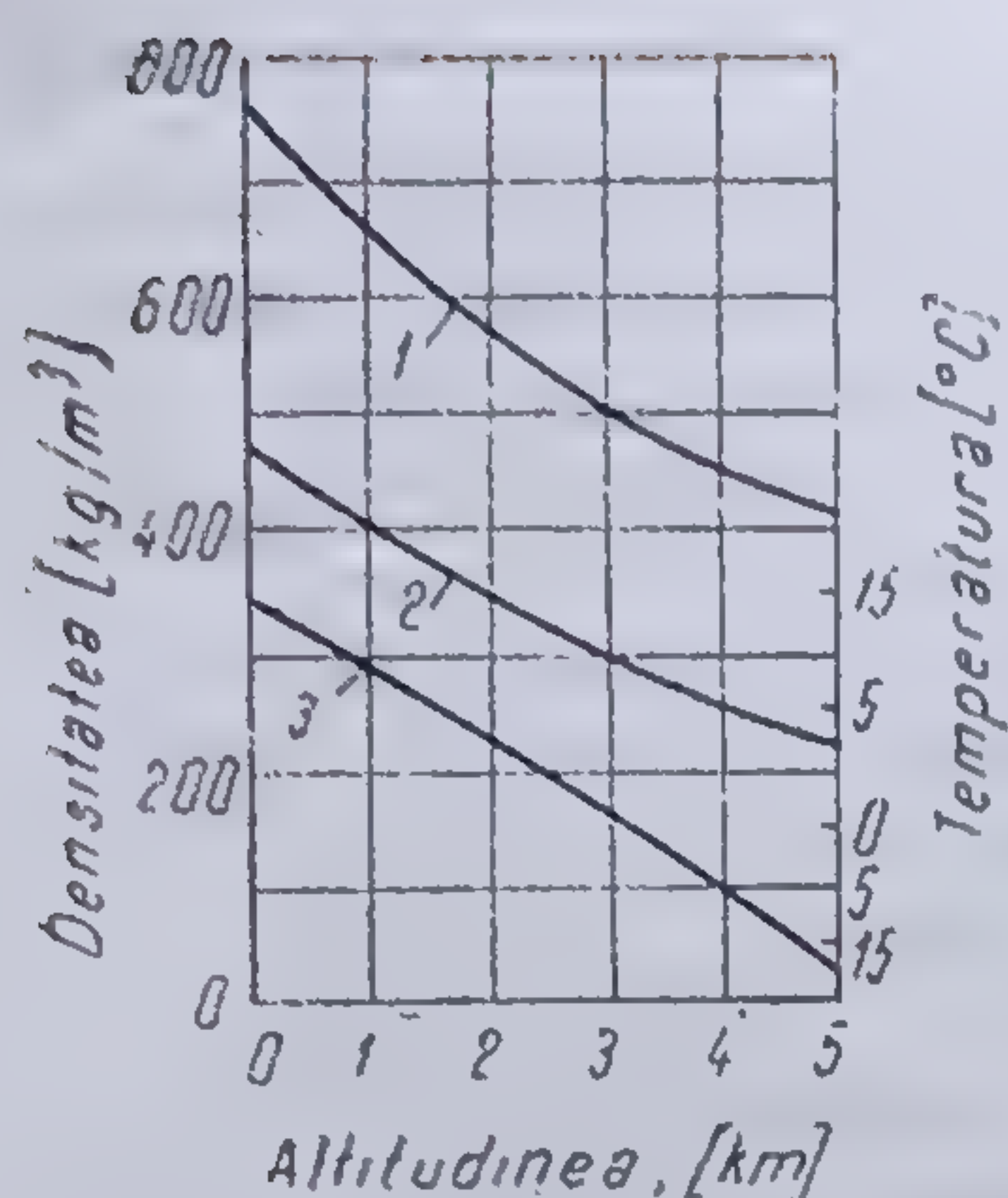


Fig. 5.14. Variația caracteristicilor principale ale aerului atmosferic în funcție de altitudine:

1 — presiunea atmosferică; 2 — densitatea aerului; 3 — temperatura aerului.

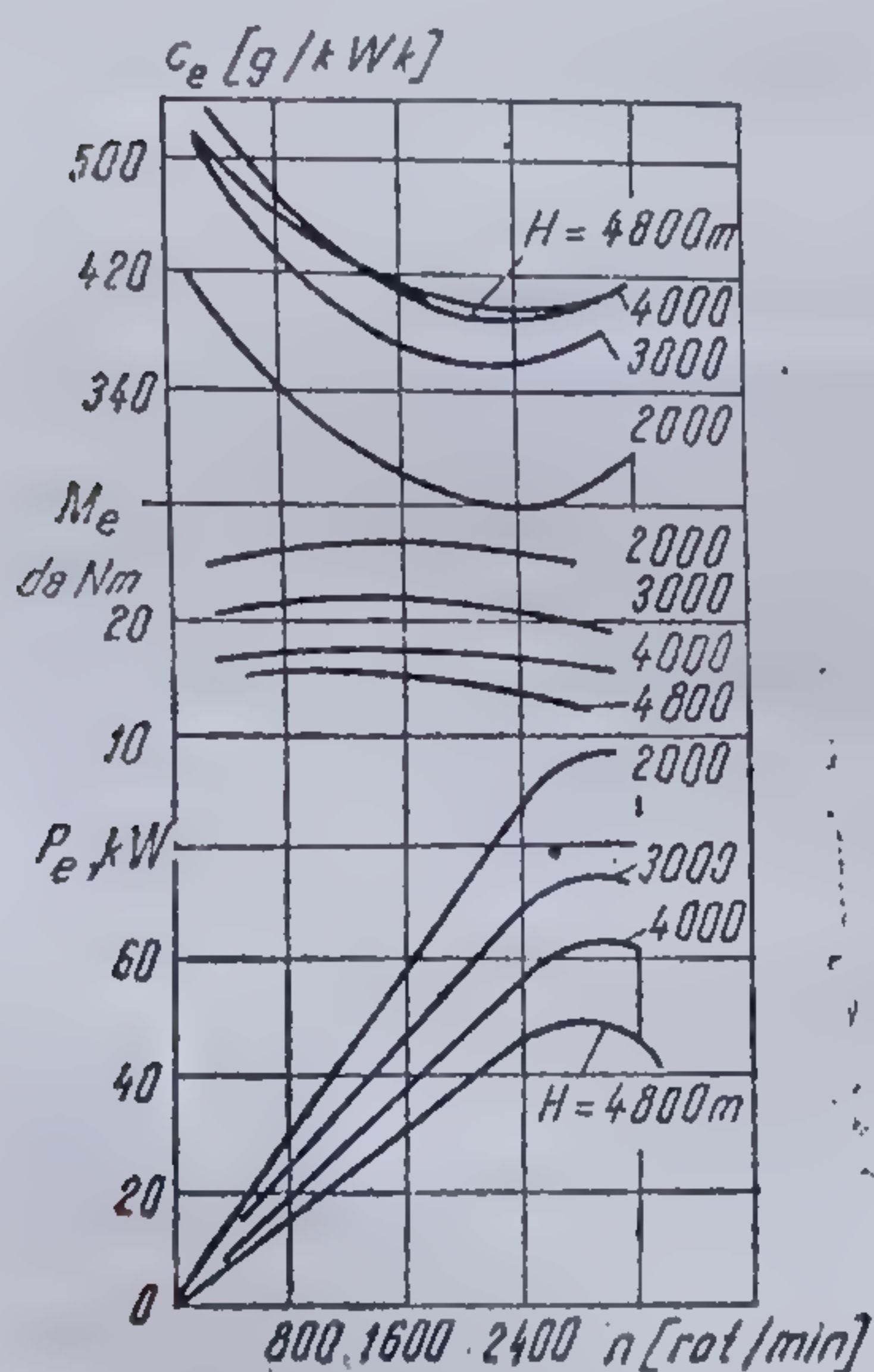


Fig. 5.15. Variația puterii, momentului și consumului specific de combustibil la motorul ZIL-130 în funcție de altitudine și turație.

bustibil a coeficientului de exces de aer, reducerea încărcăturii proaspete din cilindrii motorului, adică a coeficientului de umplere. Ca urmare se micșorează momentul și puterea motorului.

După cum se poate vedea din figura 5.15, puterea motorului se reduce în mod însemnat pe măsura creșterii altitudinii. S-a stabilit că, la toate motoarele cu carburator, odată cu ridicarea deasupra nivelului mării puterea se reduce în medie cu 12,5% la fiecare 1 000 m de înălțime.

turisme 50—60 km/h și numai în anumite zone, izolate, ajunge până la 70 km/h.

Automobilele trebuie să învingă rampe până la 7% și în unele cazuri și mai mari din care cauză se utilizează din cutia de viteze treptele inferioare pentru a putea asigura factorul dinamic cel mai corespunzător porțiunilor respective de drum.

Motoarele se încălzesc deoarece pe porțiunile de drum cu rampe ele funcționează în regim forțat. În afară de aceasta, automobilele funcționând la trepte inferioare din cutia de viteze, când viteza de deplasare este mică și răcirea motoarelor se înrăutățește din cauza reducerii intensității curentului de aer care trece prin radiator. În final, cu creșterea înălțimii deasupra nivelului mării se reduce densitatea aerului și prin radiator va trece o cantitate mai mică de aer (după greutate). Toate acestea determină micșorarea transferului de căldură de la motor și înrăutățește răcirea acestuia, deși temperatura aerului înconjurător scade, odată cu creșterea altitudinii.

Temperatura de vaporizare a apei se micșorează la fiecare 1 500 m de creștere a înălțimii deasupra nivelului mării cu aproximativ 5°C, de aceea la altitudinea de 4 600—4 700 m, la deplasarea automobilelor pe porțiuni de drum de munte orizontale în priză directă, se observă vaporizarea neîntreruptă a apei în radiator, deși motorul funcționează în acest caz la un regim termic și de sarcină normal.

Se încălzește uleiul din carter din cauza regimului de funcționare forțat a motoarelor pe rampe și înrăutățirea condițiilor de răcire. Experiențele indică că, chiar la punctele cele mai bine răcite (la dopul de golire a carterului) temperatura uleiului poate atinge 110...114°C.

Variația condițiilor atmosferice și, în particular, densitatea aerului, conduc la schimbarea compoziției amestecului aer-com-

În consecință, este limpede că, din această cauză, se micșorează și factorul dinamic al automobilului.

La deplasarea automobilelor pe pante, pentru menținerea siguranței circulației, în curbe, în timpul virării, conducătorul auto reduce viteza de deplasare pînă la 15—10, iar uneori chiar pînă la 5 km/h.

Pe serpentine numărul curbelor poate să fie, după cum s-a indicat mai înainte, 10—15 pe 1 km de drum, de aceea frînarea se efectuează pe o perioadă de timp îndelungată. La automobilele care nu sînt destinate pentru circulație în aceste condiții de drum, se produce *încălzirea frînelor*.

O consecință inevitabilă a ridicării temperaturii pieselor frînei este *micșorarea momentului de frînare*, deoarece se reduce mărimea coeficientului de frecare și în același timp apare și intensificarea uzurii garniturilor de frecare. În condițiile de munte, durata de serviciu a garniturilor de frînă poate să se reducă de 7—12 ori, în comparație cu o exploatare pe drumuri fără declivități.

O îmbunătățire importantă a condițiilor de funcționare, la frînarea roților, se realizează prin introducerea în construcția automobilelor a frînelor de încetinire. Se cunosc trei tipuri de frîne de încetinire: electro-dinamică, hidrodinamică și de comprese (sau frînă de motor), care se bazează pe pierderile de lucru mecanic în timpul cursei de comprimare și de evacuare din ciclul motor.

Primele două tipuri de frîne de încetinire nu au obținut o utilizare largă la automobile din cauza greutateii și gabaritului prea mare. Al treilea tip a primit o răspîndire mare datorită simplității lui și accesibilității pentru introducere, la automobile, fără nici un fel de schimbare esențială în construcția acestora.

Frîna de motor se realizează prin prevederea, în colectorul de evacuare, a unei clapete de strangulare. Închiderea clapetei, în colectorul de evacuare, permite să se utilizeze motorul în calitate de frînă nu numai în perioada cursei de comprimare al ciclului, ce are loc în mod obișnuit datorită lucrului mecanic negativ (curba de compresie este deasupra curbei de destindere în cazul în care nu se produce arderea în motor), dar și în perioada cursei de evacuare a aerului. Cercetările au arătat că frîna de motor, la o încărcare a unui autocamion la sarcină utilă nominală, pe o pantă de 6%, asigură o viteză constantă de coborîre de $30 \pm 0,5$ km/h.

Pentru ca să se asigure o viteză de deplasare constantă automobilului, pe pantă, trebuie ca momentul de frînare care ia naștere în motor să fie egal cu momentul care este necesar pentru frînarea automobilului ținînd cont și de momentul de frecare din transmisie.

Din ecuația bilanțului de tracțiune al automobilului se poate determina mărimea momentului de frînare necesar în motor:

$$G_a \sin \alpha = \frac{K A v_a^2}{13} + G_a f \cos \alpha + \frac{1}{\eta_t} \frac{M_{fr} i_o i_k i_d}{r_r}, \quad (5.3)$$

unde :

- G_a este greutatea totală a automobilului, în daN;
- α — unghiul de înclinare al pantei;
- K — coeficientul aerodinamic;
- A — aria secțiunii maxime transversale, în m^2 ;
- v_a — viteza automobilului, în km/h;
- f — coeficientul de rezistență la rulare;

- η_t — randamentul transmisiei;
 M_{frm} — momentul de frînare necesar, care se obține la arborele cotit al motorului;
 i_o — raportul de transmitere în reductorul central;
 i_k — raportul de transmitere în cutia de viteze;
 i_d — raportul de transmitere în cutia de distribuție;
 r_r — raza de rulare a roții.

Din ecuația (5.3) se obține:

$$M_{frm} = \frac{G_a \left((\sin \alpha - f \cos \alpha) - K A v_a^2 \frac{1}{13} \right) r_r \eta_t}{i_o i_k i_d}. \quad (5.4)$$

Utilizarea frânei de motor fără vreo amenajare specială (fără întreruperea arderii în cilindrii motorului și fără montarea clapetei în colectorul de evacuare) asigură o putere de frînare la motoarele cu carburator în patru timpi de aproximativ 35% din puterea efectivă maximă, iar motoarele diesel de circa 45%.

Prin instalarea frânei de încetinire prin compresie, puterea de frînare crește la motoarele cu carburator, de 1,5—1,7 ori și la motoarele diesel, de 1,85—2 ori, în comparație cu puterea de frînare fără frâna de încetinire.

La motoarele cu carburator este necesară întreruperea alimentării cu combustibil a cilindrilor motorului, de aceea între carburator și colectorul de admisie se montează un dispozitiv care asigură aspirația aerului direct din atmosferă, fiind scos astfel din funcțiune carburatorul. În această situație se poate asigura montarea clapetei de strangulare în colectorul de evacuare, neexistînd pericolul producerii unor rateuri puternice, cum ar fi în cazul evacuării gazelor nearse. De asemenea, în acest caz se reduce foarte mult consumul de combustibil și uzura cilindrilor, segmentilor și pistoanelor.

Din diagramele din figura 5.16 rezultă diferența între puterile de frînare, în cazul cînd se utilizează dispozitivul de încetinire prin compresie și situația cînd nu există acest dispozitiv.

Prin introducerea în construcția automobilului a dispozitivului frânei de motor se reduce simțitor numărul de acționări asupra dispozitivelor de frînare de la roți (25—35%), se micșorează temperatura de încălzire a pieselor acestora (aceasta ridică simțitor siguranța funcționării și sporește durata de serviciu a tamburelor și garniturilor de frînă).

Cel mai important avantaj al dispozitivului frânei de motor rămîne însă *creșterea siguranței circulației*, deoarece se exclude posibilitatea defectării frînelor datorită încălzirii lor și totodată creșterea vitezei medii cu 10—15%.

Eficiența dispozitivului frânei de motor crește și mai mult dacă se automatizează funcționarea lui, aceasta contribuind și la simplificarea conducerii automobilului. Cercetările efectuate în acest sens au demonstrat că, adoptarea comenzilor automatizate pentru dispozitivul frânei de motor asigură ridicarea vitezei medii tehnice a automobilului, prin deplasarea pe drumuri de munte cu 32,5% și reduce consumul de combustibil cu 12,7%. Numărul de acționări asupra dispozitivelor de frînare de la roți în regiunile de munte se reduce de două ori.

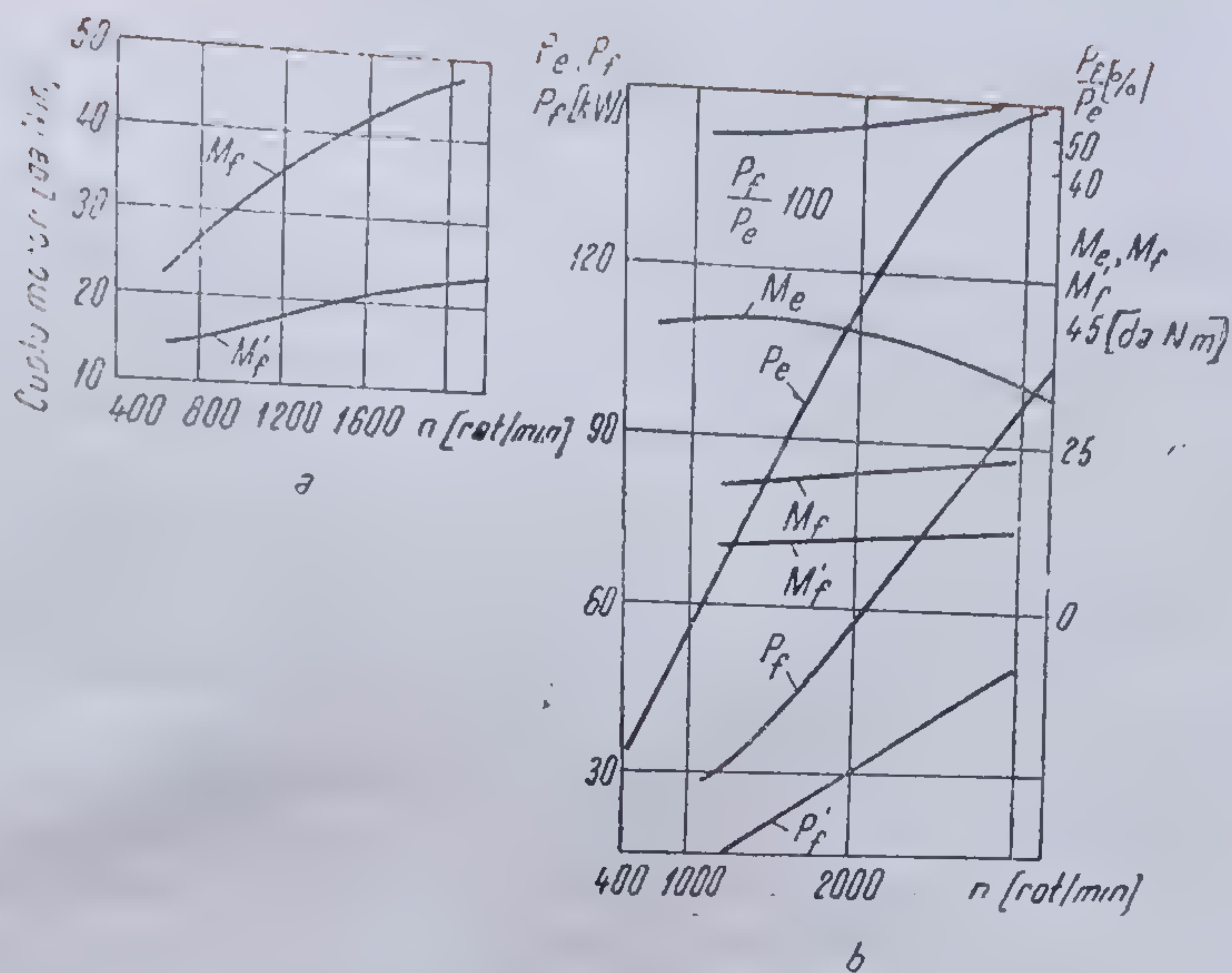


Fig. 5.16. Caracteristica de frânare a automobilelor :
 a — KAZ — 219 și b — ZiL — 130 prin utilizarea dispozitivelor frinelor de încetinire ;
 P_e și M_e — puterea și momentul efectiv al motorului ; P'_f și M'_f — puterea și momentul de frânare al motorului fără dispozitivul de încetinire ; P_f și M_f — puterea și momentul de frânare al motorului cu dispozitivul de încetinire.

La automobilele cu comandă pneumatică a frinelor în condițiile de munte, frecvent se pot observa două dezavantaje esențiale.

În primul rînd nu este suficient aerul comprimat pentru o frînare frecventă și sigură, ca urmare se reduce securitatea circulației. Odată cu creșterea consumului de aer în timpul deplasării automobilului se micșorează și randamentul gravimetric al compresorului din cauza reducerii densității aerului. De aceea este necesar să se oprească automobilul pentru ridicarea presiunii aerului în instalația de frînare.

În timpul încercării automobilului KAZ-600, presiunea maximă a aerului în instalația de frînare la nivelul mării a fost de 8,5 daN/cm², iar la altitudinea de 2 000 m nu a depășit 7 daN/cm². Prin deplasarea pe o pantă de o lungime de 18 km presiunea aerului, începînd chiar după 11 km de parcurs, s-a redus pînă la 1 daN/cm², contrar necesităților de siguranță a circulației, care prevăd că presiunea nu trebuie să coboare sub 3—3,5 daN/cm².

În al doilea rînd, la acționări frecvente asupra instalației de frînare, datorită vitezei mici de sincronizare a frinei pneumatice, apare mișcarea de recul a automobilului, care necesită în majoritatea cazurilor schimbarea vitezei. Aceasta complică sarcina conducătorului auto, deoarece frînarea și schimbarea vitezei se efectuează, de regulă, în curbe bruște, în același timp cu rotirea volanului.

Timpul de intrare în funcțiune a instalației de frînare cu aer comprimat este mare și se află între limitele de 0,6—0,8 s, iar la autotrenuri pentru frînarea remorcilor 1,5—2,0 s.

Pentru ridicarea siguranței circulației pe drumurile de munte, frecvent automobilele cu frîne pneumatice se echipează cu dispozitive pentru frînare rapidă.

În condițiile de circulație pe acest fel de drumuri se intensifică și uzura anvelopelor. Aceasta se datorește transmiterii unui moment mare roților motoare în timpul deplasării pe rampă, frînărilor frecvente la coborîre, existenței pe partea carosabilă a șoselei a bucăților mici de roci stîncoase, precum și numărului mare de curbe cu raze mici.

La o virare bruscă, din cauza fenomenului de derapare laterală, în planul de contact al anvelopei, crește rapid aplatisarea ei pe suprafața drumului, ca urmare, se va mări și rezistența la rulare, precum și uzura pneurilor.

La autoturisme creșterea rezistenței la rulare în curbe, poate să fie cu 50% peste valorile obținute pe un drum în aliniament.

La autocamioane, datorită rigidității laterale mari a anvelopelor, rezistența lor la rulare crește într-o măsură mai redusă și nu depășește 30%.

Conducerea greoaie a automobilelor și vizibilitatea redusă a drumurilor la virări bruște, impune luarea unor măsuri speciale pentru aceste condiții de deplasare. În general, viteza și frecvența de rotire a volanului crescute, necesită introducerea în construcția sistemului de direcție a unor servomecanisme. În caz contrar, conducătorul auto este obligat să reducă viteza automobilului mult sub valoarea vitezei limită de derapare, care va afecta viteza medie în aceste condiții de drum.

Consumul mai mare de combustibil a automobilelor, în regiunile de munte, este atribuită mai multor cauze.

Cauza principală este imposibilitatea utilizării totale la coborîrea automobilelor pe pante a energiei potențiale acumulată la urcare. La coborîrea pantelor, din cauza necesității mari a asigurării siguranței circulației se utilizează frecvent frîna pentru reducerea vitezei automobilului, astfel că, 70—75% din energia potențială acumulată la urcare, se transformă, în dispozitivele de frînare, în energie termică, care este apoi cedată mediului înconjurător și numai 25—30% se consumă pentru învingerea rezistențelor la înaintare a automobilului.

Creșterea consumului de combustibil în această situație se poate atribui construcției necorespunzătoare a automobilelor actuale pentru aceste condiții de drum, nefiind posibilă recuperarea energiei care este absorbită la frînare.

Consumul de combustibil se mărește și datorită îmbogățirii amestecului (la motoarele cu carburator) din cauza micșorării densității aerului. În general, la fiecare 1 000 m altitudine, îmbogățirea amestecului crește cu 5—6% față de amestecul normal la nivelul mării.

Ca urmare a îmbogățirii accentuată a amestecului carburant (în motoarele cu carburator) va avea loc o ardere incompletă a combustibilului, iar rezultatul acesteia este diluarea uleiului. În unele motoare, după un parcurs de 1 500 km, conținutul de combustibil în ulei este de 20—30%. Acest combustibil micșorează viscozitatea uleiului la 100°C de 3—4 ori și provoacă creșterea rapidă a uzurii pieselor.

Pentru înlăturarea îmbogățirii amestecului carburant se adoptă un corector de altitudine, la baza cărui stă una din cele trei principii: con de reglare pentru secțiunea jiclorului principal, schimbarea presiunii în camera de nivel constant, schimbarea vitezei aerului în difuzor.

Corectorul de altitudine micșorează consumul de combustibil în medie cu 5% la fiecare 1 000 m altitudine deasupra nivelului mării (fig. 5.17). În afară de aceasta, adoptarea corectorului reduce și numărul schimbu-

rilor de trepte în cutia de viteze în scopul creșterii puterii motorului și astfel se mărește și durata de serviciu a acesteia.

O altă cauză a înrăutățirii economiei de combustibil este consumul neproductiv de combustibil la automobile la coborîre de pe munte. La deplasarea automobilelor în regiunile de munte, pentru evitarea încălzirii și uzurii frînelor, se utilizează frecvent frînarea cu motorul. Totuși, în situația cînd nu sînt prevăzute dispozitive adecvate în carburator la motoarele cu aprindere prin scînteie nu se poate întrerupe debitarea combustibilului în cilindrii motorului. Aceasta la rîndul ei, nu permite întreruperea aprinderii și deci o parte din acest combustibil nears va fi evacuat prin țevile de eșapament producînd rateuri, iar o altă cantitate însemnată va pătrunde în carterul motorului, diluînd uleiul. În consecință, la coborîre pe drumurile de munte, odată cu frînarea, are loc și un consum de combustibil inutil și aceasta în condițiile de mers în gol forțat, adică la o turație ridicată a motorului. Acest consum reprezintă, din această cauză, o parte însemnată a consumului general de combustibil; pentru autoturisme el este de 64—78% din normele de consum pentru exploatarea în condiții normale.

Mai înainte s-a arătat, că rezistența la rulare la virări bruște se mărește substanțial, iar numărul curbilor pe unele porțiuni poate să atingă 15 pe 1 km de drum. Influența creșterii rezistenței la rulare (datorită virărilor bruște și a curbilor dese), asupra consumului de combustibil, este însemnată.

Deraparea laterală sub acțiunea forțelor centrifuge transversale, în condițiile de drum de munte, nu este numai cea mai primejdioasă dar și cea mai probabilă, deoarece mișcarea automobilelor are loc predominant pe porțiuni de drum cu curbe. Pe drum de munte caracteristice sînt două cazuri de derapări:

— *la blocarea roților în timpul frînării* (mișcarea prin alunecare). La derapare (alunecare) se produce pierderea aderenței roților cu drumul și chiar la existența unor forțe laterale neînsemnate are loc deplasarea laterală a automobilului. Pentru preîntîmpinarea derapării, din cauzele arătate, conducătorul auto, cu experiență, realizează frînarea, neîntre-rupînd legătura între motor și roțile motoare. Totuși posibilitatea apariției derapării se poate elimina și munca conducătorului auto ușura, dacă în construcția frînelor se introduc dispozitive de antiblocare cu acționare automată;

— *la creșterea bruscă a momentului la roțile motoare* prin care pe drumurile alunecoase se produce patinarea roților. În acest caz, deosebit de periculoase sînt automobilele cu cutii de viteze automate. La apropierea acestor automobile de curbe bruște și reducerea în aceste condiții a vitezei de mișcare, se produce schimbarea automată instantaneu a trep-

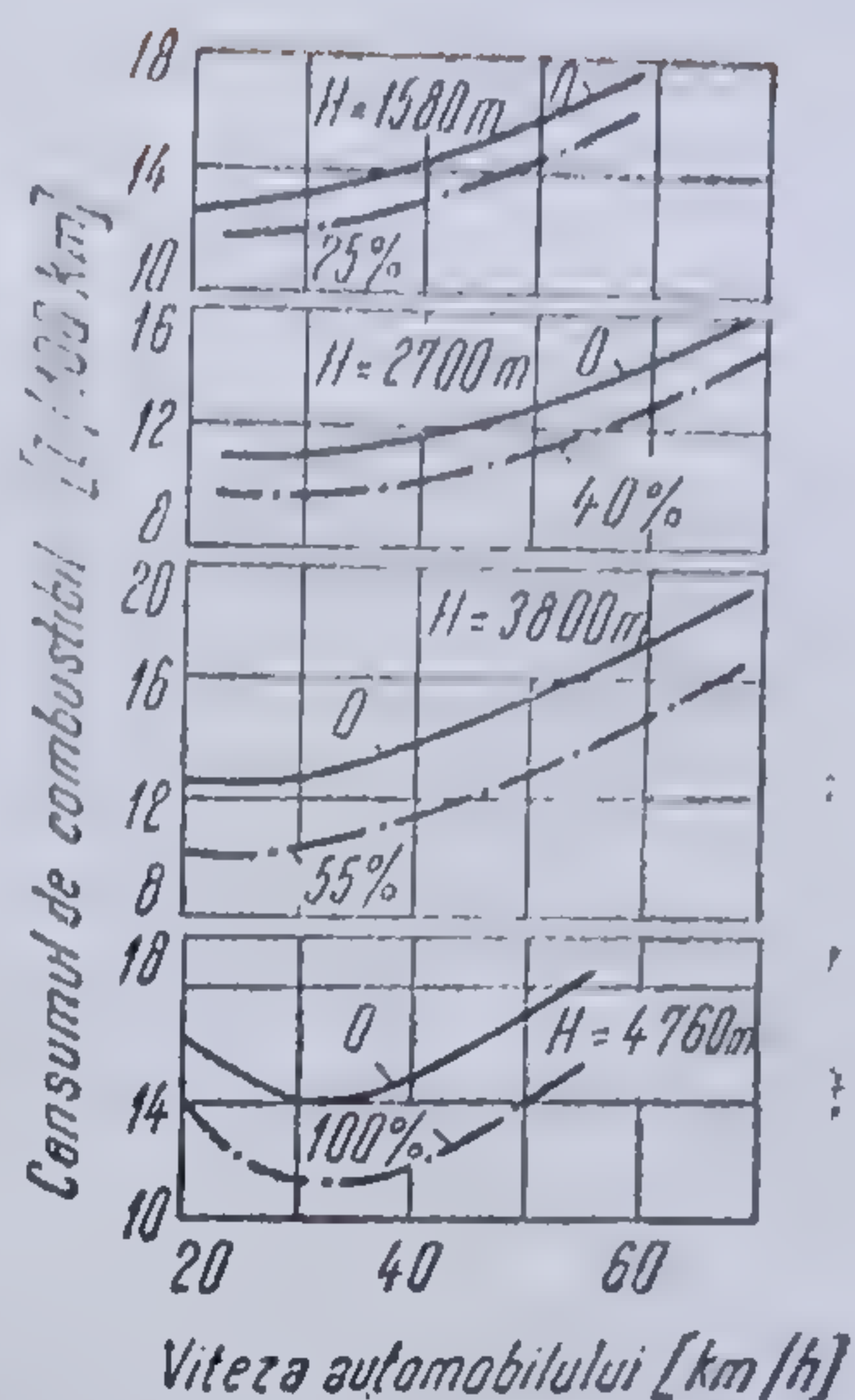


Fig. 5.17. Caracteristica economică a automobilului UAZ-69 la funcționarea în condiții de munte cu corectorul de altitudine. Cifrele aferente curbelor indică deschiderea clapetei corectorului:

0 — clapeta complet închisă și corectorul scos din funcțiune; 100% — clapeta deschisă complet.

tei din cutia de viteze spre una inferioară (mai puternică). Prin aceasta, inevitabil, se produce patinarea roților, iar la existența forțelor laterale-deraparea automobilelor.

Pentru asigurarea unei exploatare la productivitate maximă, economică și în siguranța deplină a circulației, automobilele în condițiile de munte, trebuie să fie prevăzute cu o serie de dispozitive, instalații și aparate, adecvate pentru aceste zone de utilizare.

5.3. PARTICULARITĂȚILE EXPLOATĂRII AUTOMOBILELOR ÎN CONDIȚIILE DE DEPLASARE PE DRUMURI RELE ȘI PE TERENURI FĂRĂ DRUMURI

La deplasarea automobilelor pe drumuri de pământ moi, desfundate, de nisip sau pe porțiuni înzăpezite, acestea trebuie să învingă rezistențe mari la înaintare. Dificultatea principală pentru deplasare în aceste condiții se datorește forței de rezistență la rulare a roților, care ia naștere îndeosebi ca urmare a deformației solului (se formează urmele roților) sub acțiunea sarcinilor verticale pe roțile automobilului.

Mărimea rezistenței la rulare, la roți, este determinată de doi factori de bază:

— *parametrii constructivi ai automobilului* — sarcina pe punțile (roțile) automobilului, dimensiunile anvelopelor și caracteristicile lor mecanice (rigiditatea) și presiunea aerului în pneuri.

— *capacitatea portantă a terenului*, condiționată de proprietățile și de starea lui fizico-mecanică (densitate, umiditate).

Pentru condițiile grele de drum este caracteristică nu numai rezistența mare la înaintare a automobilelor, dar și aderența slabă a roților motoare cu suprafața drumului. Aderența roților cu drumul se reduce în mod sensibil în timpul deplasării pe drumuri alunecoase, acoperite cu gheață și zăpadă, pe drumurile de pământ moi și pe alocuri afinate.

Rezistența mare la înaintare și aderența slabă a roților cu drumul, sînt cauzele principale ale pierderii capacității de deplasare în condiții grele de drum.

Mișcarea automobilului este posibilă numai prin respectarea următoareii inegalități:

$$F_t \geq \psi G_a \leq \varphi G_{ad} \quad (5.5)$$

unde;

F_t este forța de tracțiune la roțile motoare;

ψ — coeficientul de rezistență a drumului;

G_a — greutatea totală a automobilului;

φ — coeficientul de aderență între roată și suprafața drumului;

G_{ad} — greutatea, ce revine roților motoare.

Mișcarea automobilului este posibilă la o forță de tracțiune suficient de mare pentru învingerea forțelor de rezistență. Forța de tracțiune de-

pinde de mărimea cuplului motor și de raportul de transmitere al transmisiei automobilului:

$$F_t = \frac{M_e \cdot i_{tr}}{r} \cdot \eta_t \quad (5.6)$$

unde:

M_e este cuplul motor;

i_{tr} — raportul de transmitere în transmisia automobilului;

r — raza roții;

η_t — randamentul transmisiei.

O posibilitate de reducere a forței de rezistență la înaintare a automobilului este utilizarea pneurilor cu presiunea aerului reglabilă, în interiorul camerei, între 0,5—3,0 daN/cm², în funcție de calitatea drumului. În cazul în care automobilul se deplasează pe un drum moale, se reduce presiunea în interiorul pneului la valori minime și astfel crește suprafața de contact cu calea de rulare (fig. 5.18). În această situație, va scădea și presiunea de contact cu suprafața drumului (fig. 5.19) și aceasta are loc mai accentuat pe terenuri moi, curba 2, față de cele tari, curba 1. În mod implicit apar schimbări și în valoarea coeficientului de aderență și de rezistență la rulare (fig. 5.20), când la presiuni mici, pe terenuri deformabile scade valoarea coeficientului de rezistență la rulare concomitent cu creșterea coeficientului de aderență, ambele contribuind la creșterea capacității de trecere a automobilului.

Condițiile de funcționare la pneurile cu presiune reglabilă, sînt foarte grele, deoarece ele parțial lucrează la presiuni reduse, cînd se mărește puternic deformarea anvelopei. La majoritatea pneurilor obișnuite, îndoirea radială este 10—14% din înălțimea profilului; dar la pneurile cu presiunea aerului reglabilă prin reducerea acesteia, îndoirea este mult mai intensă ajungînd la 35—40% din înălțimea profilului. Intensificarea îndoiri conduce spre creșterea bruscă a deformațiilor de compresie în

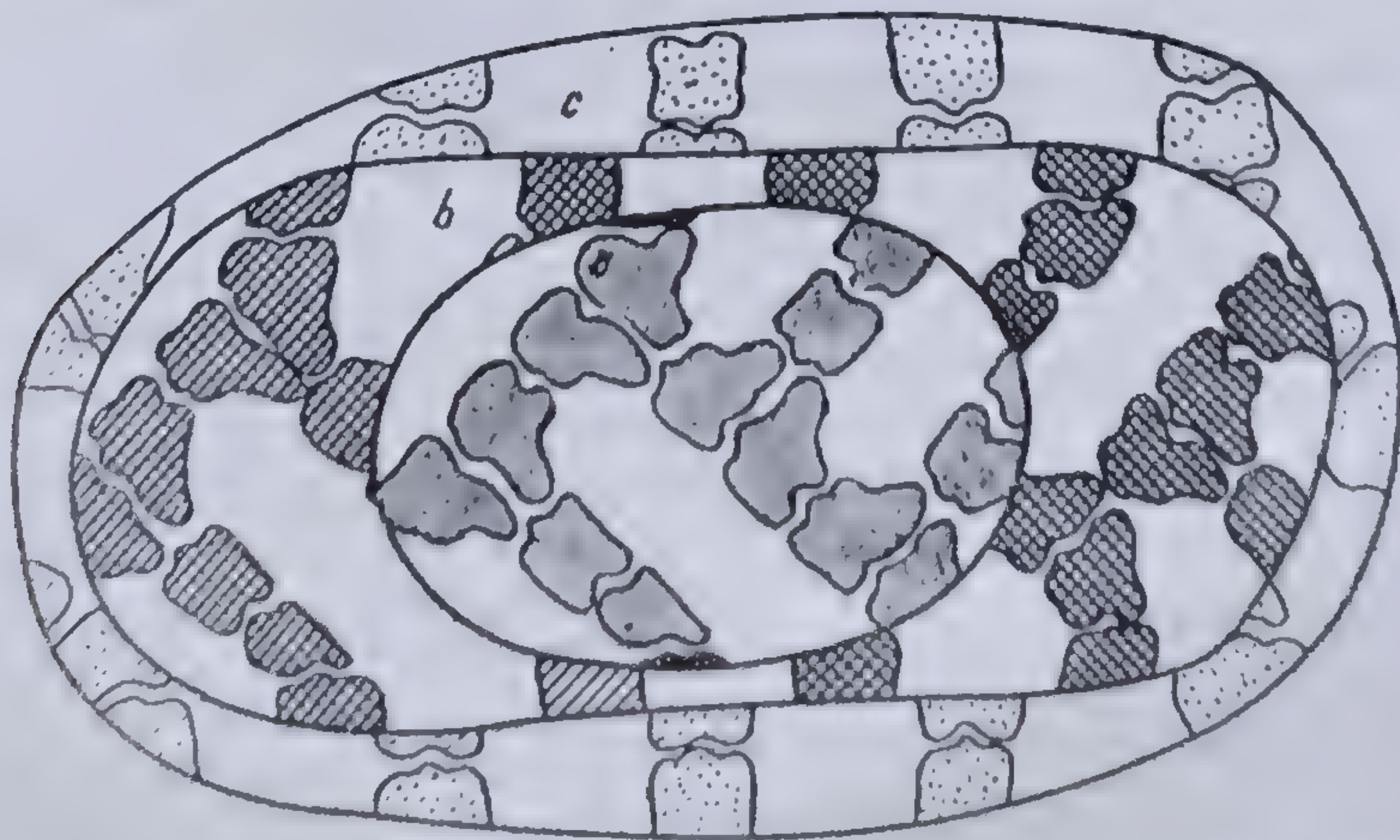


Fig. 5.18. Suprafața de contact a unui pneu de 12,00—18" cu presiunea reglabilă:
a — presiunea aerului 3,0 daN/cm² și îmbrăcăminte tare; b — presiunea aerului 0,5 daN/cm² și îmbrăcăminte tare; c — presiunea aerului 0,5 daN/cm² și teren moale.

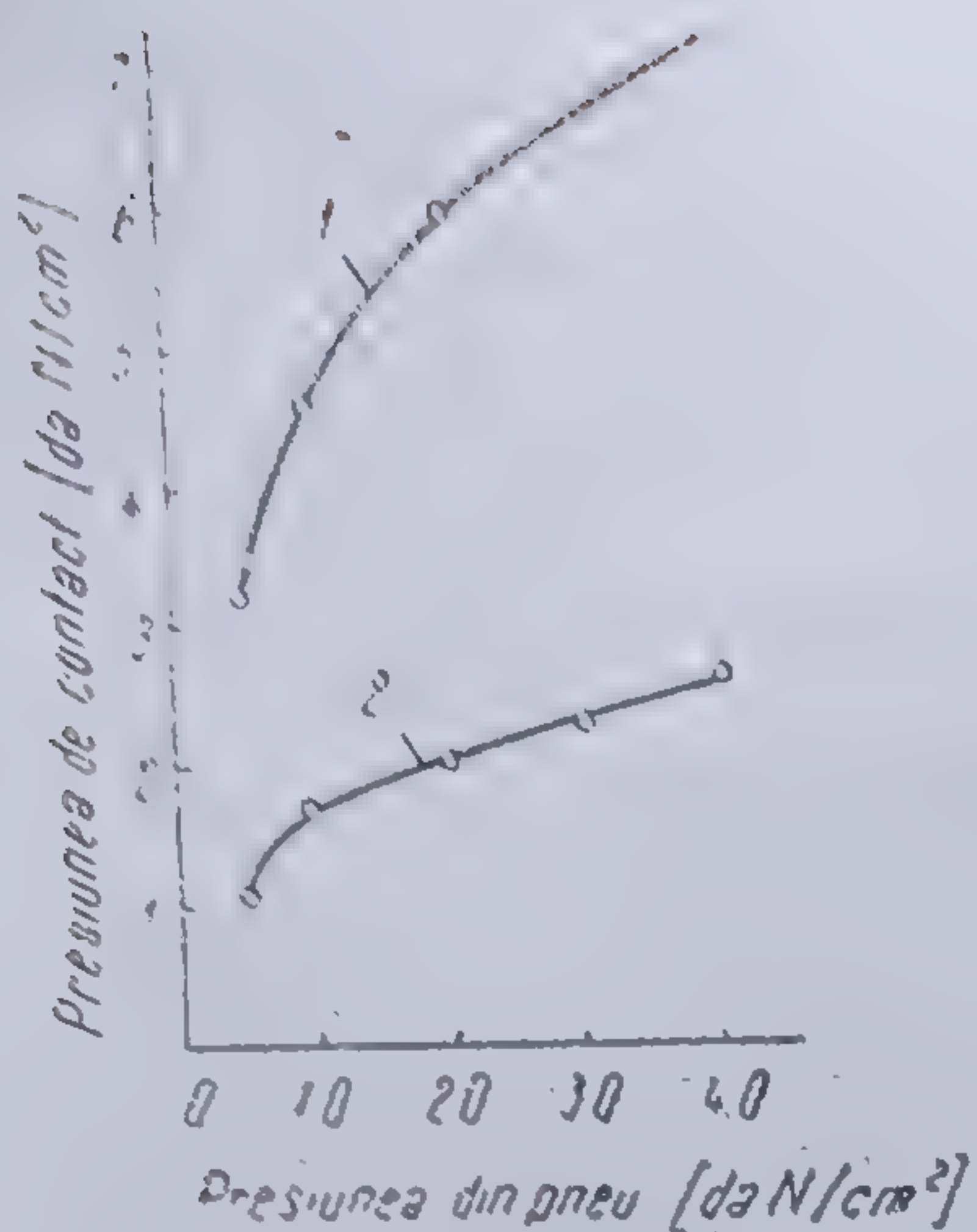


Fig. 5.19. Variația presiunii de contact cu calea în funcție de presiunea aerului în pneu.

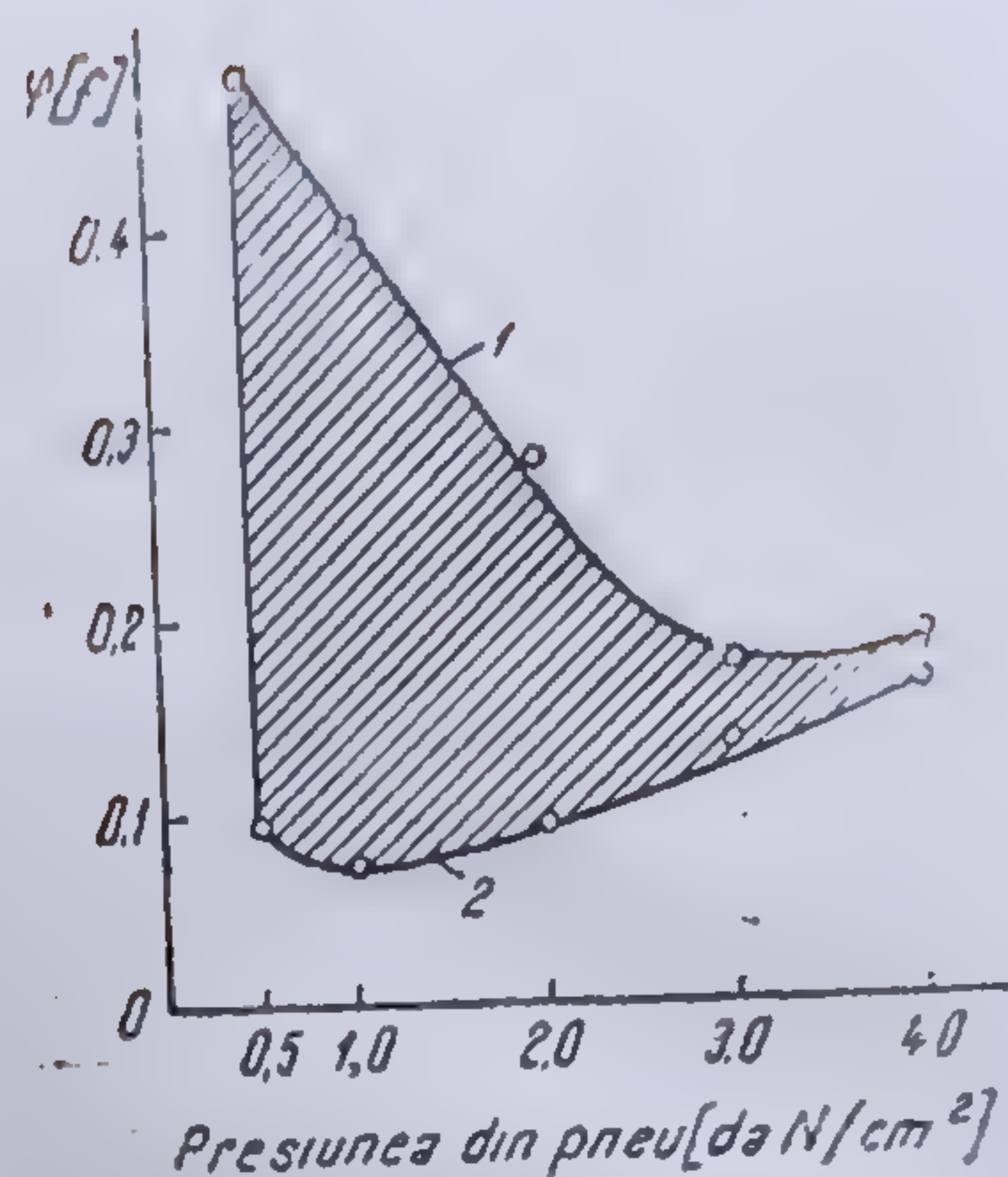


Fig. 5.20. Variația coeficientului de aderență (1) și a coeficientului de rezistență la rulare (2) în funcție de presiunea aerului în pneu, în cazul unui teren deformabil.

firele de cord, ceea ce determină, în timpul funcționării, ridicarea încălzirii anvelopelor.

De aceea durabilitatea pneurilor cu presiune reglabilă, de regulă, este mai redusă față de pneurile obișnuite. Ridicarea durabilității se poate obține prin adoptarea materialelor îmbunătățite, printre altele a firelor de cord din poliamidină. Durabilitatea pneurilor într-o măsură mare depinde de respectarea instrucțiunilor de exploatare. Funcționarea pneurilor cu presiune redusă (tab. 5.2) este permisă numai la viteze de deplasare reduse și pe terenuri deformabile.

Tabelul 5.2

Normele de presiune din interiorul pneurilor și viteza pentru diferite condiții de deplasare

Caracteristica drumului	Presiunea aerului din pneuri [daN/cm²]	Viteza de deplasare a automobilului [km/h]
Drum cu îmbrăcăminte tare și drum de pământ bătătorit	Presiune normală	Fără limitare
Drum de pământ nebătătorit, teren cu gazon, nisip umed	1,5–2,0	Până la 20
Teren mlăștinos, drum cu zăpadă, nisip afinat	0,5–0,8	Până la 10

O altă soluție pentru reducerea presiunii de contact, între roată și calea de rulare, este utilizarea pneurilor cu lățime și diametru peste valorile normale. Folosirea pneurilor cu lățime mare (suprabalonate) reduce coeficientul de rezistență la rulare și îmbunătățește capacitatea de trecere a automobilului pe terenuri deformabile. Astfel, la suprabalonare a pneului de la 5,00" până la 7,50" presiunea de contact scade mai

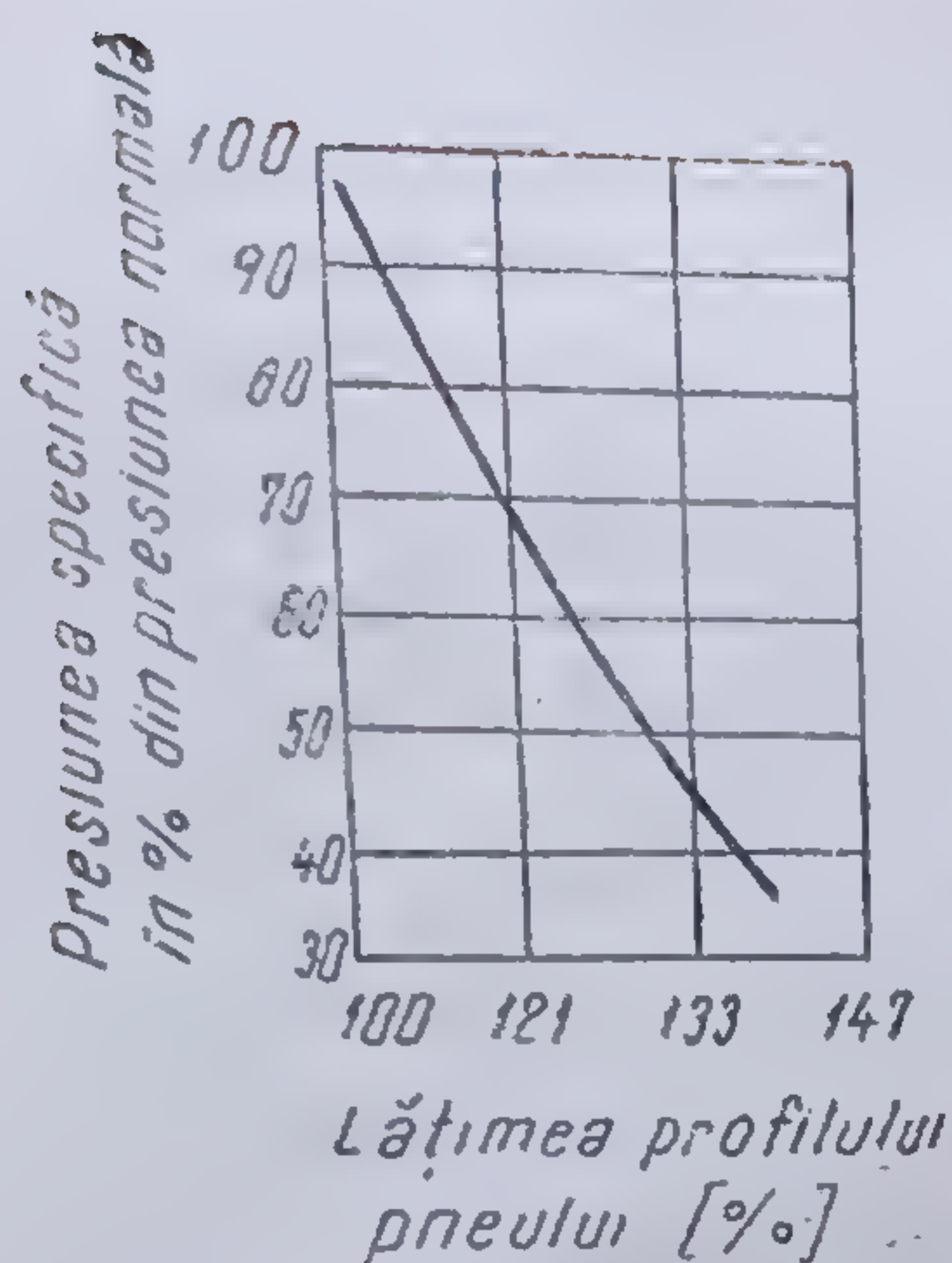


Fig. 5.21. Variația presiunii de contact cu calea în funcție de lățimea profilului pneului.

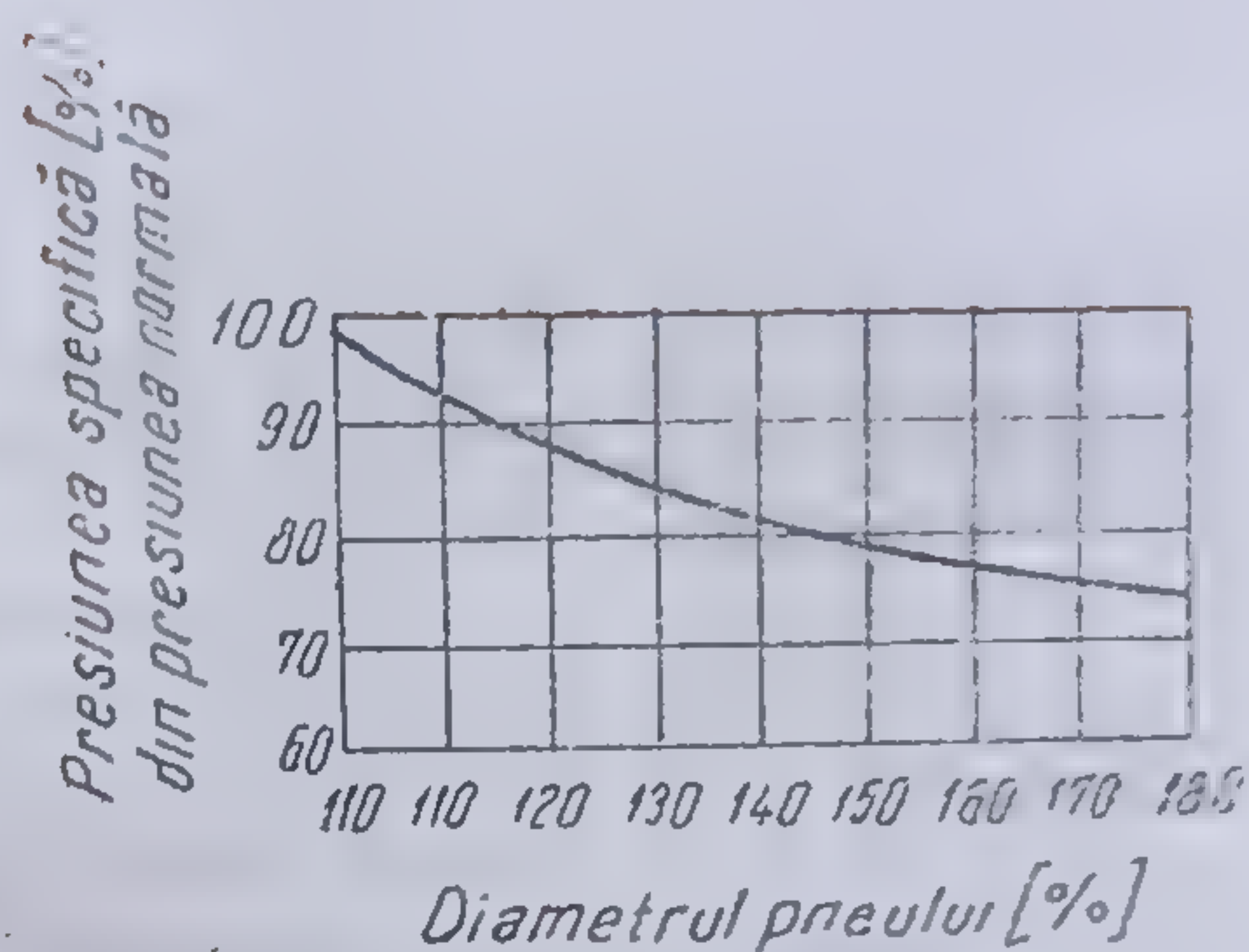


Fig. 5.22. Variația presiunii de contact cu calea în funcție de diametrul pneului.

mult de două ori. Suprabalonarea fără schimbarea sarcinii permite în același timp să se reducă presiunea interioară fără scurtarea duratei de funcționare a anvelopei. Scăderea presiunii interioare, influențează favorabil asupra mersului și confortabilității, permițând ridicarea vitezei de mișcare a automobilului pe drumuri cu suprafață neuniformă.

Din diagrama prezentată în figura 5.21 rezultă o scădere pronunțată a presiunii de contact pe măsura creșterii lățimii pneului.

Mărimea diametrului exterior al pneului are un efect mai redus asupra reducerii presiunii de contact, așa cum rezultă și din figura 5.22. Experiențele au demonstrat că, pentru mărirea diametrului pneului cu 50% peste mărimea lui nominală, presiunea de contact între roată și calea de rulare scade în total cu 20%.

Un alt component al capacității de trecere este, pe lângă coeficientul de rezistență la rulare, mărimea coeficientului de aderență. Acest coeficient trebuie să fie cât mai mare în vederea asigurării unei deplasări sigure pe un teren deformabil. Reducerea presiunii aerului în pneuri este o măsură favorizantă și pentru creșterea forței de aderență, datorită creșterii suprafeței de contact între roată și drum.

Un alt mijloc de creștere a forței de aderență este utilizarea pneurilor cu configurație specială pe partea de rulare a anvelopei. Pe căile de rulare tari, forța de aderență la roată se asigură prin frecarea pneului pe suprafața de sprijin și, de asemenea, prin angrenarea părților de material ale suprafețelor în contact. Pe pământ moale aderența se asigură, în principal, după presarea prealabilă a solului de către proeminențele pneului datorită fenomenului de angrenare.

Prin transmiterea forței tangențiale, pământul începe să fie solicitat la tăiere după suprafața de contact a pneului. Prin urmare, mărimea forței de tracțiune transmisă de roată, pe pământul moale, depinde de o serie de factori (de dimensiunile și profilul pneurilor, de presiunea aerului etc.), între care și de configurația părții de rulare, adică de dimensiunile și dispunerea proeminențelor. Proeminențele mijlocesc transmiterea momentului motor al roților, de aceea asemenea pneuri sînt destinate pentru roțile motoare ale autovehiculelor.

Pentru roțile motoare, unde se cere o rezistență la rulare pe cît este posibil mai mică, se folosesc pneuri cu configurații nepronunțate. După

dimensiunile principale (diametrul exterior și lățimea profilului) pneurile cu proeminențe mărite practic nu se deosebesc de pneurile obișnuite.

Constructiv, pneurile cu proeminențe mărite se deosebesc de pneurile obișnuite printr-o suprafață de rulare cu lățime mai mare, o mai mare înălțime a proeminențelor și o suprafață mai mare a adâncimilor.

La pneurile obișnuite lățimea părții cu proeminențe este 65—70% din lățimea profilului, iar la pneurile cu proeminențe mărite este de 85—90%.

La pneurile cu configurație specială, suprafața de contact, cu calea, a proeminențelor este de 40—60% din suprafața totală a părții de rulare, față de 70% cât este la pneurile obișnuite.

Cele mai răspândite forme de proeminențe la pneurile pentru aderență mărită sînt cele reprezentate în figura 5.23. Primele două modele, *a* și *b*, au rezistență la rulare mai mică, autocurățire mai bună, rezistență la rupere a proeminențelor mai mare, asigură o stabilitate mare contra derapării laterale și reduc posibilitatea tăierii solului pătruns în adâncituri față de celelalte modele.

Aceste pneuri trebuie să se monteze pe autovehicul într-o poziție determinată, în așa fel încît vîrfurile proeminențelor să fie în sensul de rotire pentru mersul înainte, deci la schimbarea pneurilor dintr-o parte într-alta trebuie să se schimbe sensul de rotire prin montaj corespunzător. La mersul înapoi, pneurile de acest tip nu asigură o aderență tot atît de ridicată ca la mersul înainte al autovehiculului.

O capacitate de trecere bună pe teren moale, și o comportare satisfăcătoare pe drumuri și terenuri tari, asigură pneurilor modelele *c*, *d* și *e*.

Trebuie menționat că nu este rațional să se folosească pneuri cu proeminențe mărite pe drumuri unde nu este necesară ridicarea capacității de trecere, deoarece aceste pneuri provoacă o creștere a consumului de combustibil cu aproximativ 10% pe drumurile obișnuite.

Atunci cînd urmează a se circula pe drumuri înzăpezite este necesar a se monta lanțuri antiderapante (fig. 5.24).

Lanțurile trebuie să aibă o oarecare libertate pe pneuri, să nu fie strînse prea tare, dar nici să nu aibă jocuri mari care conduc, în timpul rulaajului, la degradarea anvelopelor.

După trecerea zonei înzăpezite, lanțurile trebuie să fie demontate. Circulația cu lanțurile montate duce la degradarea anvelopelor într-un timp scurt.

Există, de asemenea, dispozitive care se fixează pe roată, cu brațe

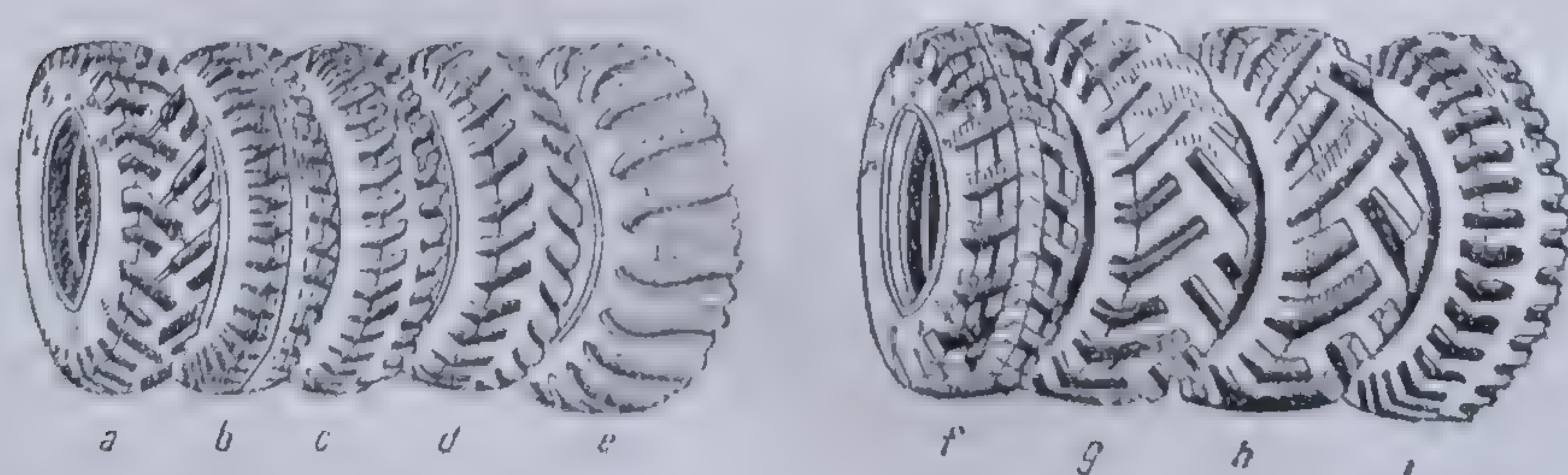


Fig. 5.23. Anvelope cu configurație specială pe partea de rulare.

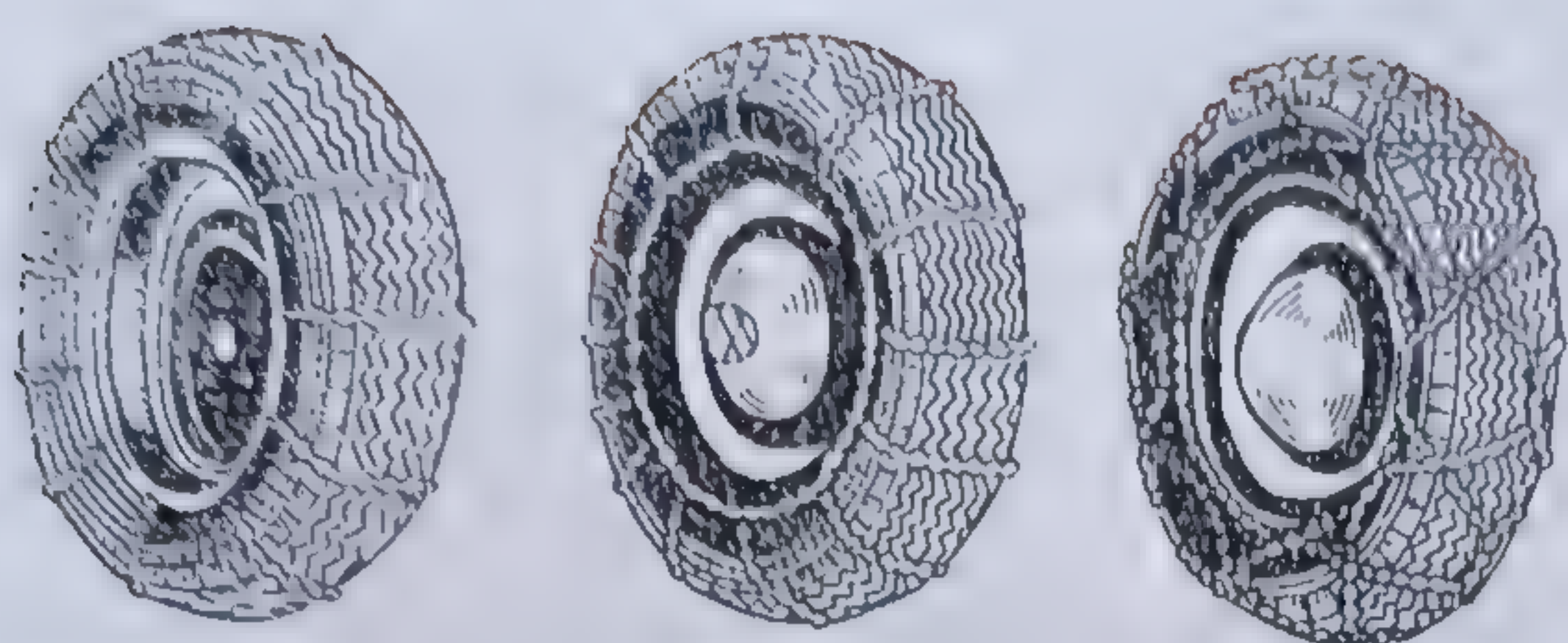


Fig. 5.24. Diferite tipuri de lanțuri antiderapante.

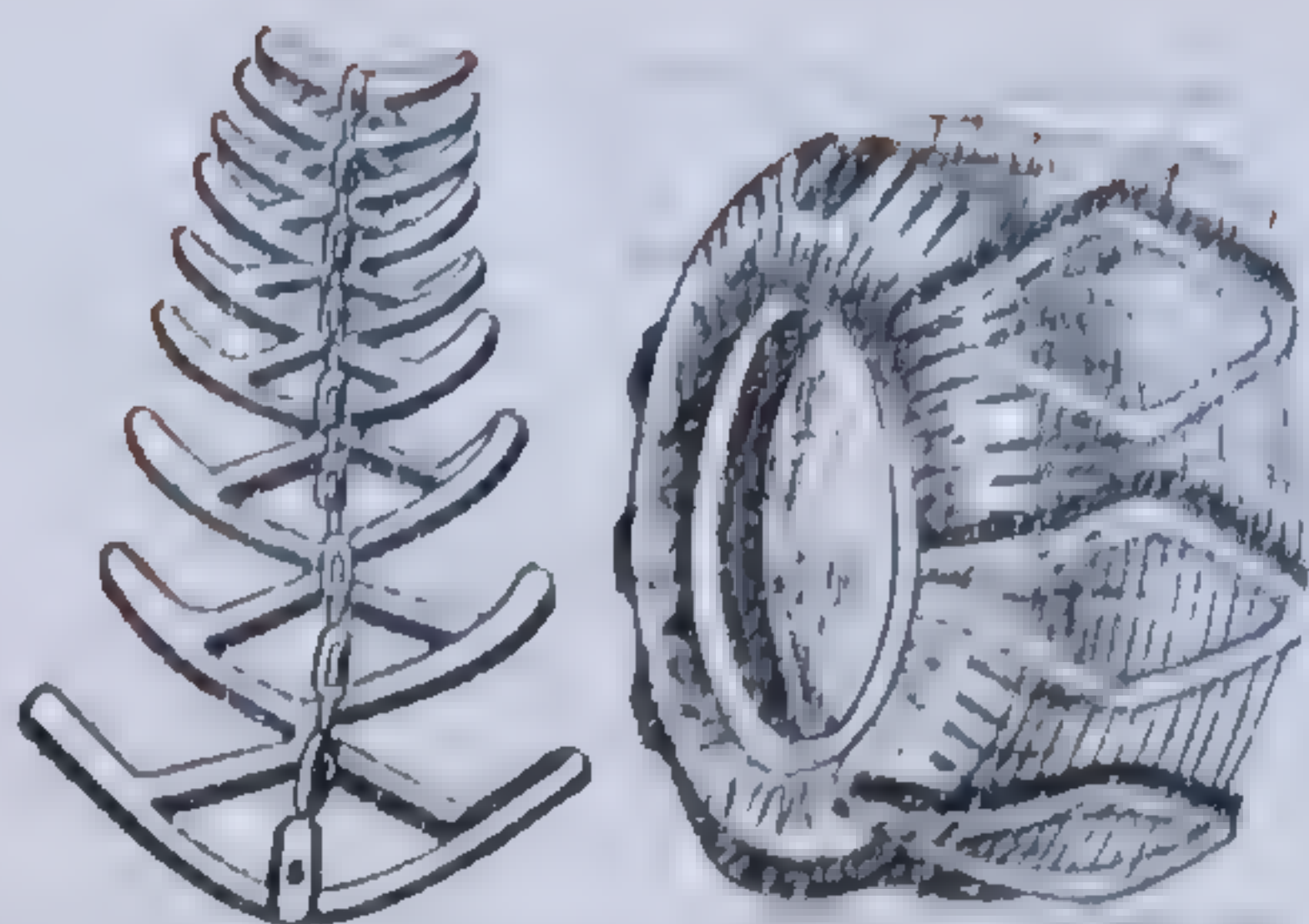


Fig. 5.25. Lanțuri cu role rombice.

metalice îndoite după forma pneului, constituind un fel de lamele care se înfig în zăpadă, ușurând astfel înaintarea roților (fig. 5.25).

În ultimii ani a început să se generalizeze o tehnică nouă împotriva derapării, prin montarea unor crampoane metalice în banda de rulare.

Crampoanele (fig. 5.26) se confecționează din aliaje dure și este indicat a fi montate pe întreaga garnitură de pneuri ale unui automobil, de obicei la anvelopele pregătite în mod special din fabrică în acest scop.

Crampoanele sînt eficiente numai pe drumurile cu zăpadă sau gheață. Pe drumuri normale nu au nici un rol în evitarea derapării și nu ameliorează aderența.

Pentru obținerea unei eficacități maxime a pneurilor, echipate cu crampoane, trebuie să fie respectate următoarele reguli:

— anvelopele cu crampoane să se utilizeze întotdeauna în același sens de rotație;

— presiunea în pneuri să fie cea normală;

— la terminarea condițiilor care impun măsuri speciale împotriva derapajului, pneurile cu crampoane trebuie să se scoată și să se depoziteze pînă la sezonul următor, automobilul echipîndu-se cu pneuri obișnuite;

— dacă un crampon a fost smuls în timpul mersului, nu se înlocuiește ci se circulă cu anvelope fără cramponul respectiv, pînă la uzarea totală a acesteia;

— anvelopa pe care au fost montate crampoane poate fi utilizată, fără acestea, în cazul cînd crampoanele prezintă o uzură mare.

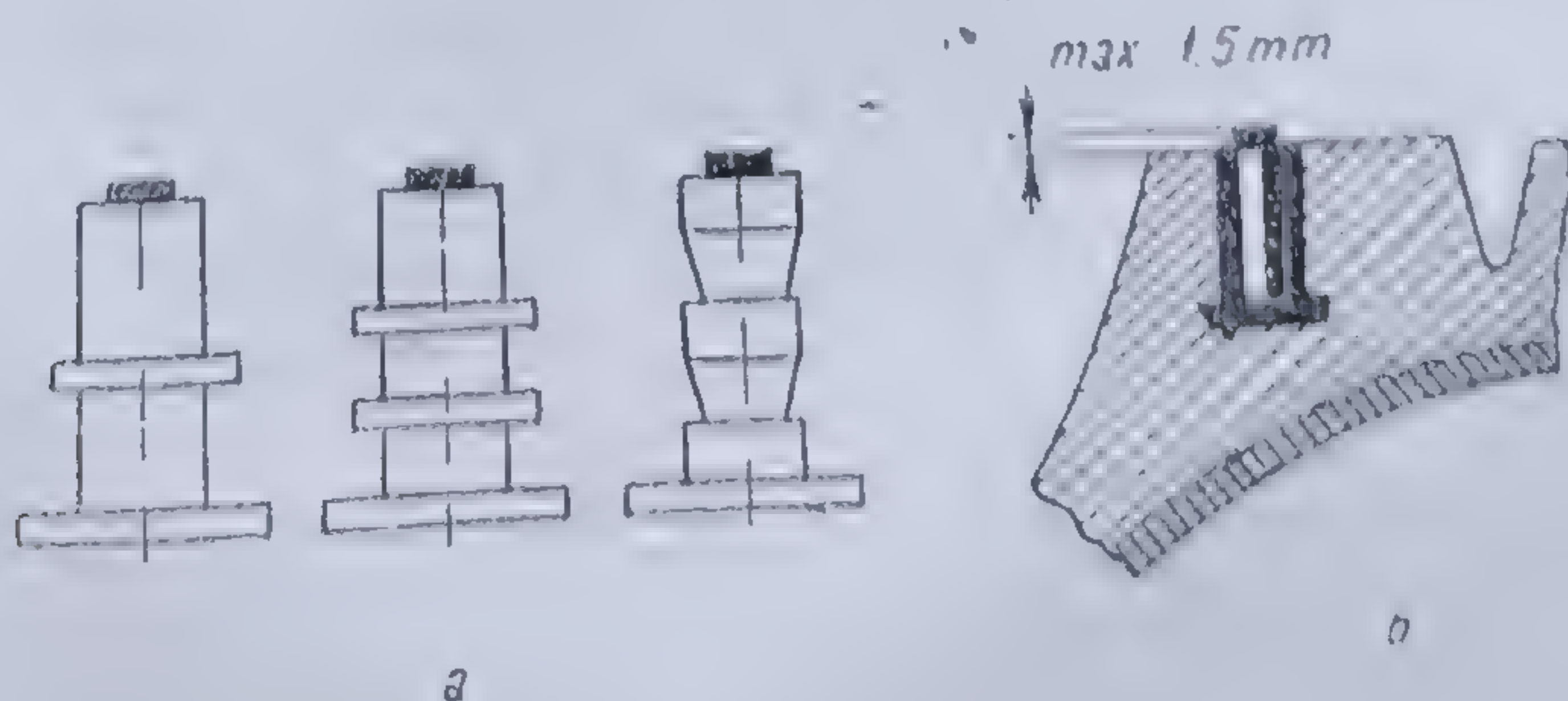


Fig. 5.26. Crampoane pentru pneurile auto:

a — diferite tipuri de crampoane; b — modul de implantare a unui crampon în banda de rulare.

Asupra mărimii coeficientului de aderență manifestă o influență mare și temperatura aerului. Astfel, pe un drum uscat la temperatura aerului mai mare de 0°C coeficientul de aderență este de 0,8—0,9 (beton asfaltic) și 0,90—0,93 (beton cimentat). Pe aceeași stare a îmbrăcămînții drumului și la temperatura aerului sub 0°C coeficientul de aderență va fi egal cu 0,55—0,60, respectiv 0,57—0,62. Acest lucru se explică prin condensarea vaporilor de apă din aer în porii adînci ai suprafeței drumului și formarea peliculelor mici de gheață, dar fără a fi o oglindă de gheață vizibilă.

Pentru o mișcare, oarecum sigură, se adoptă valoarea minimă admisibilă a coeficientului de aderență pentru timp de iarnă egal cu 0,4. Astfel, pentru drumurile acoperite cu zăpadă și cu gheață nu se poate asigura o deplasare cu o siguranță deplină. Din această cauză, în afara mijloacelor tehnice speciale la roți, pentru a le putea mări aderența, trebuie efectuate diverse lucrări rutiere în timpul iernii pentru a mări valoarea coeficientului de aderență a drumului la valoarea sa minimă admisibilă.

BIBLIOGRAFIE

1. Aramă, C. și col. Combustibili și lubrifianți pentru motoare. Editura tehnică București, 1962.
2. Aramă, C. și col. Poluarea aerului de către motoarele cu ardere internă. Editura tehnică, București, 1975.
3. Aramă, C. și Șerbănescu, A. Economia de combustibili la automobile. Editura tehnică, București, 1974.
4. Arinin, A. A. Diagnostirovanie tehničeskovo sostoiania avtomobilei. Izd. Transport, Moskva, 1978.
5. Brebenel, A. și col. Autoturismul Dacia 1300. Editura tehnică, București, 1978.
6. Burché, I. Exploatarea, întreținerea și repararea pneurilor. Editura tehnică, București, 1963.
7. Cerchez, M. Programe liniare cu mai mulți indici. Editura Academiei R.S.R., București, 1974.
8. Chițescu, Șt. Organizarea transporturilor auto. Editura tehnică, București, 1976.
9. Davidovici, L. N. Proektirovanie predpriatii avtomobilnovo transporta. Izd. Transport, Moskva, 1967.
10. Demianov, A. A. i Sarafanov, S. K. Puti povyšenia nadejnosti i dolgovecnosti avtotraktornih dvigatelei. Izd. Ministerstva Oborony, SSSR, Moskva, 1967.
11. Drăghici, I. Amortizoare. Editura tehnică, București, 1974.
12. Drew, D. Teoria transportnih potokov i upravlenie imi. Izd. Transport, Moskva, 1972.
13. Drujinin, G. V. Siguranța în funcționare a sistemelor. Editura tehnică, București, 1968.
14. Feinstein, A. și col. Organizarea modernă a transporturilor. Editura științifică și enciclopedică, București, 1975.
15. Grant Ireson, W. Reliability Handbook. Mac Graw-Hill Book Company, New-York, etc. 1966.
16. Grigoriev, M. A., Ponomarev, M. A. Iznos i dolgovecnosti avtomobilnih dvigatelei. Izd. Mašinstroenie, Moskva, 1976.
17. Ignat, D. Pneurile automobilelor. Editura tehnică, București, 1972.
18. Kanareciuk, V. E. Dolgovečnosti i iznos dvigatelei pri dinamiceskih režimah raboti. Izd. Naukova dumka, Kiev, 1978.
19. Korolev, A. I. i Djuromokala, E. A. Osnovi ekspluatatsii i remonta avtomobilei. Izd. Transport, Moskva, 1972.

20. Kugeli, R. V. *Dolgovecinosti avtomobilei*. Izd. Mašinostroitelnoi literaturf, Moskva, 1961.
21. Kuznețov, E. S. *Tehniceskoe obslujirovanie i nadejnosti avtomobilei*. Izd. Transport, 1972.
22. Malița, M. și Zidăroiu, C. *Matematica organizării*. Editura tehnică, București, 1975.
23. Mateevici, V. și col. *Automobile ROMAN cu motoare diesel*. Editura tehnică, București, 1975.
24. Mihoc, Gh. și col. *Bazele matematice ale teoriei fiabilității*. Editura Dacia Cluj-Napoca, 1976.
25. Mikulin, I. V. ș.a. *Pusk holodnîh dvigatelei pri nizkoi temperatura*. Izd. Mašinostroenie, Moskva, 1971.
26. Mișini, I. A. *Dolgovecinosti dvigatelei*. Izd. Mašinostroenie, Leningrad, 1976.
27. Motoc, I. și Popescu I. *Autobuze cu motoare diesel orizontale*. Editura tehnică, București, 1979.
28. Nagy, T. *Exploatarea autovehiculelor*. Reprografia Universității din Brașov, 1973.
29. Negrea, C. și Ignat, D. *Frînele automobilelor*, Editura tehnică, București, 1973.
30. Parizescu, V. și col. *Autoturismele ARO*. Editura tehnică, București, 1976.
31. Pescaru, Gh. *Carburanți, lubrifianți și produse de întreținere*. Editura tehnică, București, 1974.
32. Popa, A. *ABC de protecția muncii*. Editura tehnică, București, 1972.
33. Popa, B. și col. *Roaderea și uzura motoarelor cu ardere internă*. Editura tehnică, București, 1967.
34. Popa, D. și Malcoci, I. *Optimizarea transporturilor urbane*. Editura tehnică, București, 1976.
35. Postolescu, Gh. și Bârzescu, A. *Echipament electric pentru autovehicule*, Editura tehnică, București, 1972.
36. Raicu, V. *Întreținerea și repararea echipamentului electric al autovehiculelor*. Editura tehnică, București, 1971.
37. Rădulescu, G. A. și Petre, I. *Uleiuri și ungerea autovehiculelor*. Editura tehnică, București, 1973.
38. Seitz, N. și col. *Echipament electric și acționarea electrică pentru autovehicule*. Reprografia Universității din Brașov, 1978.
39. Spicikin, G. V. și col. *Diagnostica tehniceskovo sostoiania avtomobilei*. Izd. Vîssaia škola, Moskva, 1975.
40. Stratulat, M. și col. *Diagnosticarea automobilelor*. Editura tehnică, București, 1977.
41. * * * — *Norme republicane de protecția muncii*, 1966.
42. * * * — *Colecția revistelor: A.T.Z., Automobilnaia promišlenosti, Automobilni transport, Kraftfahrzeugtechnik, M.T.Z.*, 1975—1980.

ANEXA I

Valorile lui $\frac{\lambda}{\sqrt{n}}$

n	Prag de semnificație α				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,410
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,463
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,413
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,19	0,21	0,23	0,27
>35	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

ANEXA II

$$\text{Valorile funcției } K(\lambda) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k e^{-2k^2\lambda^2}$$

λ	$K(\lambda)$	λ	$K(\lambda)$	λ	$K(\lambda)$	λ	$K(\lambda)$
0,34	0,0001	0,71	0,3054	1,08	0,8061	1,45	0,9701
0,35	0,0003	0,72	0,3222	1,09	0,8143	1,46	0,9718
0,36	0,0005	0,73	0,3391	1,10	0,8222	1,47	0,9734
0,37	0,0008	0,74	0,3559	1,11	0,8299	1,48	0,9749
0,38	0,0012	0,75	0,3728	1,12	0,8373	1,49	0,9764
0,39	0,0019	0,76	0,3896	1,13	0,8445	1,50	0,9777
0,40	0,0028	0,77	0,4063	1,14	0,8513	1,51	0,9790
0,41	0,0039	0,78	0,4230	1,15	0,8580	1,52	0,9803
0,42	0,0054	0,79	0,4395	1,16	0,8644	1,53	0,9814
0,43	0,0073	0,80	0,4558	1,17	0,8706	1,54	0,9825
0,44	0,0097	0,81	0,4720	1,18	0,8765	1,55	0,9836
0,45	0,0125	0,82	0,4880	1,19	0,8822	1,56	0,9846
0,46	0,0160	0,83	0,5038	1,20	0,8877	1,57	0,9855
0,47	0,0200	0,84	0,5193	1,21	0,8930	1,58	0,9864
0,48	0,0246	0,85	0,5346	1,22	0,8991	1,59	0,9872
0,49	0,0300	0,86	0,5497	1,23	0,9029	1,60	0,9880
0,50	0,0360	0,87	0,5645	1,24	0,9076	1,61	0,9887
0,51	0,0428	0,88	0,5790	1,25	0,9121	1,62	0,9894
0,52	0,0503	0,89	0,5933	1,26	0,9164	1,63	0,9901
0,53	0,0585	0,90	0,6072	1,27	0,9205	1,64	0,9907
0,54	0,0674	0,91	0,6209	1,28	0,9245	1,65	0,9913
0,55	0,0771	0,92	0,6342	1,29	0,9282	1,66	0,9919
0,56	0,0875	0,93	0,6473	1,30	0,9319	1,67	0,9924
0,57	0,0986	0,94	0,6600	1,31	0,9353	1,68	0,9929
0,58	0,1103	0,95	0,6725	1,32	0,9386	1,69	0,9933
0,59	0,1227	0,96	0,6846	1,33	0,9418	1,70	0,9938
0,60	0,1357	0,97	0,6964	1,34	0,9448	1,71	0,9942
0,61	0,1492	0,98	0,7079	1,35	0,9477	1,72	0,9946
0,62	0,1632	1,99	0,7191	1,36	0,9505	1,73	0,9949
0,63	0,1777	1,00	0,7300	1,37	0,9531	1,74	0,9953
0,64	0,1926	1,01	0,7405	1,38	0,9556	1,75	0,9956
0,65	0,2079	1,02	0,7508	1,39	0,9580	1,76	0,9959
0,66	0,2236	1,03	0,7607	1,40	0,9603	1,77	0,9962
0,67	0,2395	1,04	0,7704	1,41	0,9624	1,78	0,9964
0,68	0,2557	1,05	0,7797	1,42	0,9645	1,79	0,9967
0,69	0,2721	1,06	0,7888	1,43	0,9665	1,80	0,9969
0,70	0,2887	1,07	0,7976	1,44	0,9683	1,81	0,9971

Model pentru fişa de urmărire

Anexa
Pagina

a autovehiculului marca nr. inventar nr. de înmatriculare
nr. şasiului nr. motorului data intrării în exploatare . . .

[illegible]

ANEXA IV

Norme de timp pentru întreținerea automobilelor

minute sexagesimale/lucrare

Denumirea automobilelor			Controlul și îngrijirea zilnică	Spălarea manual/ mecanic	Revizii tehnice							
					Ungeri			Lucrări mecanice electrice				
					Schimb element filtrant și gresă-re manual/mecanic	Înlocuire ulei motor	Înlocuire ulei alte agregate	RT-1	RT-2	RT-5 (suplimentar față de RT-1 sau RT-2)		
Mijloace de transport auto pentru persoane	Autoturisme	Cu cilindrul totală pînă la 2 000 cm³		40	22 — 10	33 — 23	45	50	110	985	95	
		Cu cilindrul totală între 2 000—4 000 cm³		40	22 — 10	33 — 23	45	50	120	1050	110	
		De teren (de producție internă)		35	22 — 10	38 — 28	45	50	125	1070	110	
	Autobuze	Microbuze		40	40 — 15	38 — 28	45	50	145	933	215	
		Capacitatea mică, pînă la 8 m lungime		60	50 — 15	57 — 40	45	55	210	1145	225	
		Capacitate medie, cuprinse, între 8 și 12 m lungime	cu m.a.s.	70	50 — 15	57 — 40	45	55	210	1145	225	
			cu m.a.c.	70	50 — 15	57 — 40	30	65	210	1205	225	
		Capacitate mare, cuprinse între 10 și 12 m lungime		80	55 — 18	57 — 40	30	65	252	1676	240	
		Capacitate foarte mare de peste 12 m lungime		85	55 — 18	57 — 40	30	65	273	1609	250	
	Mijloace de transport auto pt. mărfuri	Autocamioane și autoturgoane cu platformă fixă	Capacitate de încărcare pînă la 2 t, exclusiv		35	22 — 10	38 — 28	45	50	125	953	160
			Capacitate de încărcare de la 2,0 pînă la 4,5 t, exclusiv		40	24 — 11	43 — 33	45	55	160	976	165
			cu m.a.s.	Capacitate de încărcare de la 4,5 t la 7 t, inclusiv	45	31 — 11	43 — 33	45	55	180	1020	170
Capacitate de încărcare de la 7,0 la 10 t, inclusiv				45	36 — 12	48 — 38	45	55	200	1161	180	
cu m.a.c.			Cu o putere pînă la 110 kW inclusiv	50	31 — 11	43 — 33	30	65	150	1180	175	
			Cu o putere de peste 110 kW	55	36 — 12	48 — 38	30	75	159	1332	185	
Capacitate de încărcare de la 10 t la 12 t, inclusiv			55	36 — 12	48 — 38	30	65	159	1332	185		

ANEXA IV (continuare)

Denumirea automobilelor			Controlul și îngrijirea zilnică	Spălarea manual/mecanic	Revizii tehnice					
					Ungeri			Lucrări mecanice și electrice		
					Schimb ele- ment filtrant și gresare manual/mec.	Înlocuire ulei motor	Înlocuire ulei alte agregate	RT-1	RT-2	RT-3 (supli- mentar față de RT-1 sau RT-2)
Autocamioane cu platforma basculantă	Capacitate de încărcare pînă la 5 t, inclusiv.		40	$\frac{31}{16}$	$\frac{58}{43}$	45	60	170	1063	150
	cu m.a.s.	Capacitate de în- cărcare de la 5 la 7,5 t, inclusiv	45	$\frac{36}{16}$	$\frac{58}{43}$	45	60	180	1107	160
		Capacitate de în- cărcare de peste 7,5 t	45	$\frac{41}{21}$	$\frac{60}{45}$	45	60	200	1132	170
	cu m.a.c.	Cu o putere pînă la 110 kW inclusiv	50	$\frac{36}{16}$	$\frac{58}{43}$	30	70	150	1385	165
		Cu o putere de peste 110 kW	55	$\frac{46}{20}$	$\frac{63}{48}$	30	80	159	1566	175
	Capacitate de încărcare de 12—17 t		60	$\frac{46}{20}$	$\frac{63}{48}$	30	80	165	1615	185
Autotractoare obișnuite			55	$\frac{36}{12}$	$\frac{55}{45}$	30	80	200	1900	185

ANEXA V

Manopera normală la 1 000 km pentru reparația curentă a automobilelor

ore-om/1 000 km

Mijloace de transport auto pentru persoane							Mijloace de transport auto pentru mărfuri							
Autoturisme			Autobuze				Autocamioane și autofurgoane cu platformă							
Capacitate cilindrică până la 2 000 cm ³ exclusiv	Capacitate cilindrică de la 2 000 la 4 000 cm ³ exclusiv	De teren (de producție internă)	Microbuze	Capacitate mică, până la 8 m lungime exclusiv	Capacitate medie cuprinse între 8 și 10 m lungime, exclusiv		Capacitate mare cuprinse între 10 și 12 m lungime, inclusiv	Capacitate foarte mare, de peste 12 m lungime	Capacitate de încărcare până la 2 t, exclusiv	Capacitate de încărcare de la 2,0 la 4,5 t, exclusiv	cu m.a.s.		cu m.a.c.	
					cu m.a.s.	cu m.a.c.					Capacitate de încărcare de la 4,5 t la 7,0 t, inclusiv	Capacitate de încărcare de la 7,1 la 10 t, inclusiv	Cu putere până la 110 kW inclusiv	Cu putere de peste 110 kW
7,619	8,095	8,095	9,048	14,762	14,762	16,976	19,191	19,191	8,095	9,084	10,000	10,952	13,580	13,580
Transport auto pentru mărfuri														
Fixă	Autocamioane cu platformă basculantă						Autotractoare cu șa							
	Capacitate de încărcare de la 10 la 12 t, inclusiv	Capacitate de încărcare până la 5 t, exclusiv	cu m.a.s.		cu m.a.c.		Capacitate de încărcare de la 12 t la 17 t	Autotractoare obișnuite	Capacitate de încărcare până la 2 t exclusiv	Capacitate de încărcare de la 2 t la 4,5 t, exclusiv	cu m.a.s.		cu m.a.c.	
			Capacitate de încărcare de la 5 t la 7,5 t inclusiv	Capacitate de încărcare de la 7,5 t la 12 t inclusiv	Cu putere până la 110 kW inclusiv	Cu putere de peste 110 kW					Capacitate de încărcare de la 4,5 t la 7 t, inclusiv	Capacitate de încărcare de la 7,1 la 10 t, inclusiv	Capacitate de încărcare de la 4,5 la 7 t inclusiv	Capacitate de încărcare de la 7,1 la 10 t inclusiv
14,000	10,190	11,143	11,905	15,043	19,277	21,506	21,000	7,286	8,143	9,000	9,857	12,222	12,222	12,600